



بحوث
المؤتمر العلمي الأول حول أساليب الوقاية والمواجهة لأخطار السيول في المناطق الجافة وشبه الجافة

The First scientific conference on methods of protection and control to the dangers of Torrents in arid and semi - arid area

تنظيم واشراف

قسم الجغرافيا — كلية الآداب والعلوم الأبيار —جامعة بنغازي

خلال الفترة من 20- 22 فبراير 2024

تحرير

أ- د محمد عبدالله لامه   أ- د حسين مسعود بومدينة

أ- د سميرة محمد العياطي

منشورات

مركز البحوث والاستشارات جامعة بنغازي

الطبعة الأولى 2024





بحوث المؤتمر العلمي الأول حول

أساليب الوقاية والمواجهة لأخطار السيول في المناطق الجافة وشبه الجافة

The First scientific conference on methods of protection and control to the dangers of Torrents in arid and semi –arid area

تنظيم وإشراف:

قسم الجغرافيا - كلية الآداب والعلوم الأبيار - جامعة بنغازي

خلال الفترة من 20 - 22 فبراير 2024م

تحرير

أ. د. محمد عبدالله لامه

أ. د. حسين مسعود أبومدينة

أ. د. سميرة محمد العياطي

منشورات مركز البحوث والاستشارات جامعة بنغازي

الطبعة الأولى 2024م

بحوث المؤتمر العلمي الأول حول

أساليب الوقاية والمواجهة لأخطار السيول في المناطق الجافة وشبه الجافة

The First scientific conference on methods of protection and control to the dangers of Torrents in arid and semi –arid area

تنظيم وإشراف:

قسم الجغرافيا/ كلية الآداب والعلوم الأبيار/ جامعة بنغازي

خلال الفترة من 20ـ 22 فبراير 2024م

الوكالة الليبية للترقيم الدولي الموحد للكتاب

دار الكتب الوطنية

بنغازي – ليبيا

هاتف: 9097074 - 9096379 - 9090509
بريد مصور: 9097073
البريد الالكتروني: nat_lib_libya@hotmail.com

رقم الإيداع القانوني 327 / 2024م

رقم الإيداع الدولي: ردمك ISBN 978-9959-908-10-0

تصميم الغلاف: أ. عبدالعزيز محمد الحسناوي

الطبعة الأولى 2024م



بِسۡمِ ٱللَّهِ ٱلرَّحۡمَٰنِ ٱلرَّحِيمِ

وَسَخَّرَ لَكُمُ ٱلَّيۡلَ وَٱلنَّهَارَ وَٱلشَّمۡسَ وَٱلۡقَمَرَۖ
وَٱلنُّجُومُ مُسَخَّرَٰتُۢ بِأَمۡرِهِۦٓۚ إِنَّ فِي ذَٰلِكَ لَأٓيَٰتٖ لِّقَوۡمٖ
يَعۡقِلُونَ ١٢

صدق الله العظيم

اللجنة العليا للمؤتمر

أ. د. عزالدين يونس الدرسي	رئيس جامعة بنغازي	رئيساً
أ. د. عبدالكريم عبد الله الغزالي	وكيل الشؤون العلمية	عضواً
د. ناصر علي العمروني	عميد كلية الآداب والعلوم–الأبيار	رئيس المؤتمر
الأستاذ/ محمد عبدالسلام عمار	رئيس قسم الجغرافيا بالكلية	عضواً

اللجنة العلمية للمؤتمر

-1	أ. د. محمد عبدالله لامة	جامعة بنغازي	رئيسـاً
-2	أ. د. الصيد صالح الجيلاني	جامعة بنغازي	عضواً
-3	أ. د. منصف محمد المسماري	جامعة بنغازي	عضواً
-4	أ. د. هويدي عبدالسلام الريشي	جامعة بنغازي	عضواً
-5	أ. د. سميرة محمد العياطي	جامعة طرابلس	عضواُ
-6	أ. د. يوسف محمد زكري	جامعة الزاوية	عضوا
-7	أ. د. جمعة ارحومة الجالي	جامعة طبرق	عضوا
-8	أ. د. علي صالح بوعزوم	جامعة سبها	عضواً
-9	أ. د. حسين مسعود أبومدينة	جامعة سرت	عضواً
-10	أ. د. جمال سالم النعاس	جامعة عمر المختار	عضواً
-11	أ. د. أنور فتح الله اسماعيل	جامعة درنة	عضواً
-12	د. محمود الصديق التواتي	جامعة عمر المختار	عضواً
-13	د. ميلاد محمد عمر البرغوثي	جامعة بني وليد	عضواً
-14	د . سليمان يحيى السبيعي	جامعة سرت	عضواً
-15	د. منعم براني الوافي	جامعة بنغازي	عضواً
-16	د. شوقي شحدة أحمد ناصر	جامعة سبها	عضواً
-17	د علي عياد الكبير	جامعة طرابلس	عضواً
-18	د عثمان الناجي المنفي	جامعة بنغازي	عضواً

اللجنة التحضيرية للمؤتمر

1-	د. منى داوود علي العاصي	رئيساً
2-	أ. د. محمد عبدالله لامه	عضواً
3-	د. فدوى إبراهيم سالم	عضواً
4-	أ. فوزي عبد الباسط الوحيشي	عضواً
5-	أ. صبرية حمد جمعة	عضواً
6-	أ. عماد الصالحين الخفيفي	عضواً
7-	أ. كريمة أحمد الجهيمي	عضواً
8-	أ. منعم موسى علي امبارك	عضواً
9-	أ. محمد مرسال علي	عضواً
10-	أ. سعد رجب حمدو الأشهب	عضواً

لجنة التجهيز والإعداد

1-	أ. خليل رحيل الفاخري	رئيساً
2-	هشام بوزيد الدرسي	عضواً
3-	صلاح الدين عبدالحميد الكاديكي	عضواً
4-	داوود عبد العاطي بودية	عضواً
5-	فرج محمود الصابر	عضواً
6-	احمد إبراهيم المقرحي	عضواً

اللجنة الإعلامية

1-	أ. أسماء فرج مجيد البرعصي	رئيساً
2-	محمود محمد المهرك	عضواً
3-	مرفت أمحمد دومة	عضواً
4-	عصام محمد حسين العبيدي	عضواً

المحتويات

المحتويات

المحتويات

مقدمة

تُعد السيول وما يترتب عليها من أخطار من أهم المشكلات الطبيعية في المناطق الجافة وشبه الجافة وعلى وجه الخصوص في الوطن العربي، وتبرز هذه المشكلة عندما يتدفق الجريان السيلي وبشكل فجائي على المباني والمنشآت والمساكن التي بنيت على امتداد بطون ومجاري الأودية دون الأخذ في الاعتبار أسس التخطيط البيئي السليم، حيث تؤدي إلى التدمير وزهق الأرواح وتخريب لكافة مظاهر الحياة، وهو ما يمثل عائقاً امام التنمية في هذه المناطق الجافة وشبه الجافة، ونظراً للفاصل الزمني الطويل بين فترات حدوث السيول فان السكان كثيراً ما يتناسون أخطار السيول ويتعايشون مع وضع بيئي مؤقت .

وبما أن معظم الأراضي الليبية تقع ضمن الأقاليم الجافة وشبه الجافة لذلك فإنها عرضة لهذه الفيضانات السيلية، سواء كان ذلك في الأراضي شبه الجافة في شمال البلاد أو الأراضي الجافة في وسطها وجنوبها، وتعتبر السيول العنيفة التي ضربت منطقة الجبل الأخضر يومي 10-11 سبتمبر 2023م وبالأخص سيول أودية درنة، نموذجاً للسيول القوية التي خلفت الخراب والدمار وحولت تلك المناطق إلى حالة الوضع الكارثي وصنفت على أنها مناطق منكوبة، وكذلك تلك السيول التي ضربت منطقة غات في يونيو 2019م وتسببت في خسائر مادية كبيرة.

عُقد (**المؤتمر العلمي الأول حول أساليب الوقاية والمواجهة لأخطار السيول في المناطق الجافة وشبه الجافة**) خلال الفترة من 20-22 فبراير 2024م تحت شعار (**الفيضانات السيلية تجسد تلاحم ووحدة الليبيين في مواجهة الكوارث**)، بمدرج سناء محيدلي – والمدرج رقم (2) بمجمع الكليات الطبية بجامعة بنغازي، بتنظيم واشراف من **قسم الجغرافيا بكلية الآداب والعلوم الأبيار جامعة بنغازي** .

شارك في هذا المؤتمر كوكبة من العلماء والباحثين في مجال الجغرافيا والموارد المائية، والهيدرولوجيا، والهندسة المدنية والتقنية والصحية، والنبات، والارصاد الجوية، والجيولوجيا، والتربة، وتخطيط المدن، وعلوم البيئة، والزراعة، والصحة العامة، والعلوم الاجتماعية، من ثمان دول عربية هي ليبيا، ومصر، وسوريا، وتونس، والجزائر، والسودان، والمغرب، وفلسطين، وقد بلغت عدد

المشاركات التي تلقتها اللجنة العلمية 56 مشاركة علمية، منها 37 مشاركة محلية، و19 مشاركة عربية، توزعت بين الورقات العلمية والمحاضرات والعروض العلمية، وقد خضعت الأبحاث العلمية المقدمة للتحكيم النهائي حتى أمكن نشر بعضها في هذا المجلد. وقد حددت أهداف هذا المؤتمر في الآتي :-

1- تسليط الضوء على أهم المشكلات البيئية الطبيعية عامة والمناخية خاصة والتي تعاني منها الأراضي الجافة وشبه الجافة عامة والأراضي الليبية على وجه الخصوص.

2- التعرف على طبيعة وخصائص الأودية الجافة وشبه الجافة ومناخها، وأنظمة المطر بها، وما تتعرض له من جريان سيلي في بعض السنوات .

3- الوقوف على أهم الأخطار والكوارث المرتبطة بالجريان السيلي في المناطق الجافة وشبه الجافة وما تخلفه من تأثيرات على جميع مظاهر الحياة .

4- تقييم الأعمال والسياسات التي اتبعت في الماضي للوقاية من السيول ودور الحكومات المتعاقبة في إدارة الكوارث ومواجهتها .

5- الاهتمام بالمجتمعات في المناطق الجافة وغير الجافة، والعمل على اتباع سبل جديدة لتنميتها وتطويرها ضمن اطار التنمية المستدامة والتخطيط البيئي .

6- دراسة الوضع الكارثي لسيول أودية منطقة الجبل الأخضر ووادي درنة على وجه الخصوص في – 10-11 سبتمبر 2023م وسيول منطقة غات في يونيو 2019م، وغيرها من السيول التي تعرضت لحالات مماثلة في ليبيا والوطن العربي وتقييم الآثار والأخطار الناتجة عنها، وأهم التدابير والإجراءات التي اتخذت لمواجهتها .

7- تقييم الوضع التنموي للمناطق الجافة وشبه الجافة في ليبيا وآفاق تنميتها وتطويرها .

8- التنبيه والتنبؤ بأخطار السيول من خلال نمذجة وانشاء قواعد البيانات الجغرافية بواسطة التقنيات الحديثة .

أما محاور المؤتمر فقد تمثلت في الآتي –

المحور الأول:- طبيعة الجريان السيلي في المناطق الجافة وشبه الجافة والعوامل المؤثرة فيه .

المحور الثاني:- خصائص السيول والمشكلات المرتبطة بها في المناطق الجافة وشبه الجافة في ليبيا.

المحو الثالث:- الأخطار والكوارث المرتبطة بالجريان السيلي في المناطق الجافة وشبه الجافة .

المحور الرابع:- السياسات والأعمال الوطنية في مجال الوقاية والمواجهة من اخطار السيول .

المحور الخامس:- كوارث السيول ودعائم التنمية المستدامة وتطوير المجتمعات في المناطق الجافة وشبه الجافة .

المحور السادس:- آفاق التنمية والتطوير في المناطق الجافة وشبه الجافة .

وقد حرصت اللجنة العلمية على تحكيم الأبحاث التي قُدمت في المؤتمر وتم اجازتها بهدف نشرها والتي بلغ عددها 18 بحثاً وتعتذر للأخوة الأساتذة الذين لم تنشر بحوثهم في هذا المجلد نظراَ لتأخر البعض منهم في اجراء التعديلات المطلوبة في الوقت المحدد .

كما يسر اللجنة العلمية للمؤتمر أن تقدم شكرها وامتنانها لكل من ساهم في دعم هذا المؤتمر وسعى إلى نجاحه ونخص بالذكر جهاز إدارة النهر الصناعي، وشركة الريان القابضة، وشركة الخليج العربي للنفط، وغرفة التجارة والصناعة والزراعة بنغازي، والمجلس الوطني لإدارة الأزمات والكوارث، والشكر موصول لجامعة بنغازي ورئيسها التي استضافت هذا المؤتمر الذي يعُد الأول من نوعه في ليبيا الذي يتناول أساليب الوقاية والمواجهة من أخطار السيول في المناطق الجافة وشبه الجافة، وكلنا أمل في أن يكون نشر هذه البحوث ملبياً لطلبات العديد من القراء والباحثين وفائدة لكل من يرغب الاطلاع عليها ونسأل الله السداد والتوفيق.

المحررون

أ. د. محمد عبدالله لامه أ. د. حسين مسعود أبومدينة أ. د. سميرة محمد العياطي

كلمة الأستاذ الدكتور عزالدين يونس الدرسي
رئيس جامعة بنغازي

بسم الله الرحمن الرحيم وبه نستعين

والصلاة والسلام على سيدنا محمد خاتم الأنبياء والمرسلين – أيها الأخوة والأخوات اسعد الله صباحكم . اسمحوا لي في البداية أن ارحب بضيوفنا الكرام من مختلف الجامعات الليبية والعربية، ونتقدم بالاعتذار للأساتذة الذين لم يتمكنوا من الحضور من الدول العربية واخص بالذكر مصر وسوريا بسبب تعذر الحصول على تأشيرات الدخول لأسباب فنية .

ويسعدني اليوم أن أتقدم بالشكر الى اللجنتين العلمية والتحضيرية لاستجابتهم السريعة لعقد وتنظيم هذا المؤتمر الهام بعد الكارثة التي تعرضت لها مدينة درنة في شهر سبتمبر 2023، سائلين المولى سبحانه وتعالى أن يرحم ويغفر لشهدائنا اجمعين. وتغمرني سعادة بالغة اليوم وأنا أرى جامعة بنغازي تستعيد عافيتها بعد ماحل بها من دمار طيلة السنوات السبع أو الثمان الماضية، اليوم نتحدث عن دخول هذه الجامعة العريقة لأهم التصنيفات الدولية ولأول مرة في تاريخها .

نتحدث عن تجهيز كلية الطب بأحدث التقنيات والمعامل الخاصة بالمهارات والمحاكاة ولأول مرة في تاريخها وعلى مستوى الدولة الليبية، وفي هذا الصدد لا يسعني الا أن أتقدم بجزيل الشكر لمن أعاد لهذه المؤسسة روحها وريادتها وأخص القيادة العامة للقوات المسلحة العربية الليبية بقيادة المشير خليفة بالقاسم حفتر .

أن ما مرت به الجامعة طيلة السنوات الماضية كان بمثابة شيء يعجز عن وصفه اللسان، لقد دمرت ما يقارب 90% من مباني المدينة الجامعية، وتحتضن هذه الجامعة أكثر من 70 الف طالب، وأكثر من ثلاثة آلاف عضو هيئة التدريس، وما يقارب ستة آلاف موظف، وبفضل الخبرات الموجودة بالجامعة تم نقل طلابها الى 45 مدرسة وتستمر الدراسة بها بدون توقف خلال تلك الأزمة، وفي هذه المناسبة أتوجه بجزيل لكل أعضاء هيئة التدريس والموظفين على تفانيهم واخلاصهم واجتيازهم لتلك الصعوبات .

وفي الختام اعبر عن سعادتي بوجود هذا الحشد من الباحثين من مختلف الجامعات والمراكز البحثية الليبية والعربية متمنياً أن يصدر عن هذا المؤتمر توصيات هامة لإرسالها لصناع القرار وأن لا تكون حبيسة الأدراج كما كان سائداً. واختم كلمتي بتقديم جزيل الشكر للأستاذ الدكتور محمد لامه رئيس اللجنة العلمية على المجهودات التي بذلها طيلة التحضير لعقد هذا المؤتمر الهام متمنياً لمؤتمركم التوفيق والنجاح – والسلام عليكم ورحمة الله وبركاته .

والسلام عليكم ورحمة الله وبركاته

أ. د. عزالدين يونس الدرسي

رئيس جامعة بنغازي

كلمة رئيس المؤتمر

بسمِ اللهِ الرحمنِ الرحيم

والصلاة والسلام على سيدنا محمد خاتم الأنبياء والمرسلين وبعد ،،،

يسعدني أرحب بضيوفنا الكرام الذين شرفونا بالحضور والمشاركة بأوراقهم العلمية من تونس والجزائر ومختلف الجامعات والمراكز البحثية والاكاديميات ومجالس البلديات في ليبيا.

جاءت فكرة انعقاد هذا المؤتمر العلمي حول أساليب الوقاية والمواجهة لأخطار السيول في المناطق الجافة وشبه الجافة بعد موجات السيول التي اجتاحت بلادنا وأخص بالذكر السيول التي اجتاحت مدينة غات في الجنوب الغربي من ليبيا خلال شهر يوليو 2019 والكارثة التي تعرضت مدينة درنة والجبل الأخضر خلال يومي 10-11 سبتمبر 2023 التي خلفت دماراً كبيراً وتسببت في فقدان ووفاة الآلاف من السكان .

وقد أُسندت لقسم الجغرافيا بكلية الآداب والعلوم الأبيار شرف تنظيم هذا المؤتمر تحت شعار (الفيضانات السيلية تجسد تلاحم ووحدة الليبيين في مواجهة الكوارث) حيث أُعدت محاور المؤتمر وحدد موعد انعقاده وتفضل الأستاذ الدكتور عزالدين يونس الدرسي رئيس جامعة بنغازي بالترحيب به واصدر قراراً بتشكيل لجانه التحضيرية والعلمية والإعلامية وغيرها، ثم عقدت عدة اجتماعات للتحضير له، وقد استمر عمل هذه اللجان عدة أشهر حتى جاء موعد انعقاده خلال الفترة من 20-22 فبراير 2024 .

وقد هدف المؤتمر على الوقوف على أهم الأخطار والكوارث المناخية والمرتبطة بالجريان السيلي في المناطق الجافة وشبه الجافة وما تخلفه من تأثيرات على مظاهر الحياة في محاولة لدراسة الأوضاع الكارثية التي شهدتها أودية الجبل الأخضر عامة ووادي درنة على وجه الخصوص .

وفي الختام أتقدم بالشكر الجزيل للجنتين العلمية والتحضيرية التي بذلت جهداً كبيراً في تنظيمه كما لا يسعني ايضاً الا أن أتقدم بالشكر لرئيس جامعة قاريونس الذي قدم وسهل كل متطلبات نجاحه والى الجهات الداعمة له من إدارة وتنفيذ مشروع النهر الصناعي وشركة الخليج العربي للنفط، وشركة الريان، وغرفة التجارة والصناعة والزراعة بنغازي، وشركة اعمار ليبيا لمساهمتهم في دعم هذا المؤتمر وكل امنياتنا أن يكلل هذا المؤتمر بالنجاح .

د. ناصر علي العمروني

رئيس المؤتمر ، عميد كلية الآداب والعلوم الأبيار

كلمة رئيس اللجنة التحضيرية للمؤتمر

بسمِ اللهِ الرحمنِ الرحيم

والصلاةِ والسلامِ على خيرِ البريَّة؛ رسولِنا محمدٍ الصادقِ الأمين، وبعد:

اسمحوا لي أولاً أَنْ أبْسِطَ يدَ الترحيبِ بكُم أيُّها الجَمْعُ الكريم، وأَنْ أُهَلِّلَ بِمَقْدَمِكُم المشَرِّفِ في فَيْحاءِ دارِ العلومِ والمعارفِ، ومُلتقى الدراساتِ والبحوثِ؛ جامعةِ بنغازي، أمِ الجامعات الليبية....

واسمحوا لي أيضاً أن أُجْزِلَ الشكر.. وأَسْبِغَ الامتنانَ.. لكرمِ استجابتِكم في تلبيةِ ندائِنا العلمي.. و رَفْدِ محاورِه.. بِسَخِي جهودِكُم المعرفيةِ العاليةِ.. ونضالِكُم البحثّي الجاد.. وَ حَدْبِكُم في سرعة الإنجاز.. كي يَلتئمَ هذا الشّملُ العلميُّ الأولُ لقسمِ الجغرافيةِ.. بكليةِ الآدابِ والعلومِ.. فَرعِ مدينةِ الأبيار... المعْنَى بأمِّنا الأرضِ.. وصِراعِها مع قِوى الطبيعةِ التي تعملُ على إرهاقِها.. والتطاولِ على هناءَةِ الحياةِ فيها.....

ضيوفنا الأعزاء:

أيها الحضور الكرام:

أعودُ فَأعْطِفُ على الترحيبِ بكم؛ فأهلاً بالسادةِ الباحثينَ.. أعضاءِ الهيآتِ التدريسيةِ في الجامعاتِ العربيةِ والعالميةِ.. من كُلٍّ من: تونس والجزائر الذين تَجَشّمُوا مصاعبَ السفرِ، واقتنصُوا من ثَمينِ أوقاتِهم.. ليُسهموا في أعمالِ هذا المؤتمرِ العلمي..............

وأهلاً بالسادةِ الباحثينَ.. أعضاءِ الهيآتِ التدريسيةِ في الجامعاتِ.. والأكاديمياتِ.. والمراكزِ البحثةِ.. والمعاهدِ الفنيةِ العليا.. والكلياتِ التِّقانِيّةِ... الذين شّدوا الرِّحالَ من كلِ المدنِ الليبيةِ.. للإسهامِ المعرفي الفاعلِ في محاورِ هذا المؤتمرِ العلمي.

وأهلاً بكلِ الخبراءِ.. والمختصينَ.. والمهتمينَ بالشأنِ البيئي.. ومُتعلِقاتِهِ الحيويةِ.. الذين حَرِصُوا على الالتحاقِ بهذا الانعقادِ الجغرافي.. الذي يسعى بكلِ جِديةٍ وإخلاصٍ.. لمناقشةِ السُّبلِ الناجعةِ.. الكفيلةِ بِدَرْءِ أخطارِ إحدى أهمِ مظاهرِ الصراعِ الطبيعي... أَلَا وهيَ ظاهرةُ تَشَكُّلِ السيولِ.. وجَريانِها في مناطقِنا العربيةِ.. التي هي في معظمِها ذاتُ مناخٍ جافٍّ.. أو شبهَ جافٍّ.

أيها الحضور:

لعلّ الإرهاصَ الأولَ لهذا التكاتفِ الجَمْعِي الجغرافي.. تلكَ الثَّلْمَةُ التي حلَّتْ بجبلِنا الأخضرِ الأشّمِ... الراسِي في شمالِ شرقِ ليبيا... إذْ بَاغتَهُ على حِينِ غِرّةٍ إعصارُ دانيال الهائجُ... فَنهشَ سُفُوحَه.. وافترسَ أوديتَه.. والتهمَ سدودَه... ولم ينحسرْ إلا وقد قضَّ مضاجعَ آهِلِيهِ.. وأشبعَ البحرَ المتوسطَ من أرواحِ ساكنيهِ.. وعَمائرِهم.. وبُنيانِهِم بِكُلِّ ما يحويه...... فأصبحَ بعضُ فلذاتِ وطنِنا.. كَأَنْ لَمْ يَغْنَ بالأمسِ:

نَعم أيها السادةُ:

تَهَاطَلَ الشَّعبُ الليبيُ من كلِّ الفِجَاجِ... ونَسَلَ من كُلِّ حَدْبٍ وَصَوْبٍ... نَازِعَاً أَدْرَانَ المعْتقداتِ السياسيةِ.. والنَّعراتِ السُّلطوِيةِ.. مُنْفَلِتاً مِن عِقالِ الجّهويةِ.. وقُيودِ العصبيةِ القبليةِ.. في تَلاحُمٍ غَيرِ مُرَتَّبٍ له.. وتَآزُرٍ معنويٍ وماديٍ رَسَمَ لوحةَ لُحْمَةٍ وطنيةٍ مُؤثِّرةٍ... في قوافلَ مرصوصةٍ.. تَحْدُو من الجنوبِ.. والغربِ... والشرق.. إلى مُنْتهاهَا في الكَبِّد الحَرَّى (درنة).....

ولن ننسى الأفئدةَ التي هَفَتْ من كلِّ أصقاعِ الأرضِ.. لتُخففَ مِن وَطْأةِ كارثةِ هذهِ الضربةِ المناخيةِ القاسيةِ (دانيال).. وَلِتُواسِيَ أرواحَنا الثَّكْلَى... فَخَاضَتْ غِمارَ الإنقاذِ مادياً ومعنوياً.. على مدى أسابيعَ من العملِ المتواصلِ.. في مَعْنىً سَامٍ للإنسانيةِ الحَقَّة... وقَداسَةِ التَّطوعِيةِ الصِّرْفَة....

أيها الحضور:

إنَّ نداءَ الجغرافيينَ في هذا السبيلِ ليسَ حديثاً، أو لَحْظِّياً... فما فَتِئُوا منذُ أزمانٍ يدقونَ نواقيسَ الخطرِ في العالمِ أجمعْ بحقلياتٍ علميةٍ رصينةٍ.. تُظْهِرُ دَوَاهِمَ المناخِ في التطرفِ السيلي.... ولعلَّ نتائجَ أبحاثِنا في مؤتمرِنا اليومَ تَحظى بالتلبيةِ والاستجابةِ من المعنيين.. فيَمْضُونَ لتنفيذِ توصياتِه على أرضِ الواقعِ المعيشِ بصورةٍ عُجْلَى وفاعلة.. كي نبتعدَ عن دوائرِ أزماتِ السيولِ في قادِمِ العهدِ... وكي تُسهمَ بلادُنا في مكافحةِ الصواعقِ المناخية.. ورَفعِ أخطارِها عن بني آدمَ في المعمورةِ جمعاء.....

ويبقى القولُ:

إنَّ الوصولَ إلى هذهِ اللحظاتِ التي تجمعُنا في هذا المحفلِ العلمي لم يَكُنْ مَيْسوراً مُرَفَّهاً... بَلْ حَاقتْ بهِ الصِّعابُ... وحفّتْ بهِ المشكلاتُ التي لا بُدَّ للباحثِ العلمي مِن صِراعِها.. كي يصلَ إلى مُبتغاهُ المعرفِي... والتي لا بُدَّ للمسؤولِ من مواجهتِها.. كي يُؤَمِّنَ للباحثينَ والدراسينَ.. فرصَ تَقديمِ عطائِهِمِ العلمي السخي.. الخادِمِ للبشرية............ وقد

نَالتْ اللجانُ المختصةُ بهذا المؤتمرِ عَنَتاً كثيراً..... وواجهتْ مشاقَّ شتَّى... وصُنوفاً من العثراتِ والإعاقاتِ... ونُزوعاً مِن الإحباطِ.. حتى كاد البعضُ أَنْ يَنْكُصَ ويتقهقر... لولا أَنْ قَيّضَ اللهُ ذَوي أيادٍ بيضاءَ... وبيلوجيةِ انتماءٍ لأمِّنا الأرضِ... فمضينا بهِم ومعهم.. نجاهدُ إتمامَ هذهِ المهمةِ المعرفيةِ.. وقيادةِ سفينتِها الإنسانيةِ.......... وهذا يُلزمُنَا تقديمَ الشكرِ مَوْصُولاً... والامتنانَ مَرفوعاً.. لكلِّ مَن آمنَ بعلمِنا... ووثِقَ في جهودِنا الجغرافيةِ المخلصةِ.. فَحَثَّنا على مواصلةِ الإعدادِ لهذا المؤتمرِ... ويَسَّرَ لنا السبلَ.. ومَهَّدَها لانعقادِهِ بهذهِ الصورةِ... و وَظَّفَ إمكاناتِهِ الماديةِ والمعنويةِ لدعمِ ركائزِهِ، و رَفْدِ خُطواتِهِ.......... ومثلُ هؤلاءِ كُثْرٌ يحولُ الوقتُ دونَ سردِ أسمائِهِم وصفاتِهِم الاعتباريةِ.. لكنه لن يمنعَ أَنْ أقولَ لهم: طابَ بَيْعُكُمُ.. وأثمَرَ عطاؤُكُم.....

أتقدم بالشكر للسادة الرعاة شكرا الريان القابضة وعلى رأسهم السيد فرج البرعصي وجهاز النهر الصناعي متمثل في السيد الدكتور سعد بومطاري والشكر أيضا لشركة الخليج العربي وشركة ليبيا للأعمار القابضة وغرفة التجارة والصناعة بنغازي .

وأخيراً:

الشكرُ لكل الباحثينَ من الدولِ الشقيقةِ والصديقةِ.....

الشكرُ لكلِ من عَمِلَ من أجلِ هذا المؤتمرِ.. بَدْءاً من أصغرِ مُكلَّفٍ فيه.. وُصولاً إلى رئيسِ لجنتهِ العليا.....

الشكرُ لكم ضُيوفَنا الحاضرينَ في هذا الافتتاح...

والسلام عليكم ورحمة الله وبركاته.

د. منى داوود علي العاصي

رئيس اللجنة التحضيرية للمؤتمر

كلمة رئيس اللجنة العلمية للمؤتمر

بسمِ اللهِ الرحمنِ الرحيم

والصلاة والسلام على أفضل الخلق أجمعين سيدنا محمد خاتم الأنبياء والمرسلين. باسمي وباسم أعضاء اللجنة العلمية للمؤتمر حو أساليب الوقاية والمواجهة لأخطار السيول في المناطق الجافة وشبه الجافة . أن ارحب بضيوفنا الكرام من خارج ليبيا واعني بالتخصيص تونس والجزائر، وناسف لعدم التحاق زملاءنا من سوريا ومصر لظروف حالت دون حضورهم، ونتمنى أن تكون منصة الزوم عبر الأنترنت حلقة الوصل بيننا

كما أرحب بالمشاركين من الأساتذة والباحثين والمهتمين من الجامعات والمراكز والاكاديميات والمعاهد والمؤسسات في ليبيا الذين تنادوا للحضور والمشاركة في أعماله سواء كان بالحضور الشخصي أو عن التواصل عن بُعد .

يأتي انعقاد هذا المؤتمر الأول من نوعه في ليبيا حول مشكلة السيول والفيضانات احساساً بهذه الكارثة الطبيعية التي ضربت بعض المناطق في ليبيا في السنوات الأخيرة ، بداية من كارثة السيول بمنطقة غات يونيو 2019م وانتهاء بالكارثة التي ضربت منطقة الجبل الأخضر ومدينة درنة على وجه الخصوص في سبتمبر 2023م.

وجاءت فكرة انعقاد هذا المؤتمر في جامعة بنغازي من خلال نقاش تم تداوله مع د عميد كلية الآداب والعلوم الدكتور ناصر علي العمروني الذي أستجاب للفكرة مشكوراً، وتبنى قسم الجغرافيا بالكلية استضافته ورحب **الأستاذ الدكتور عز الدين الدرسي** رئيس الجامعة بمقترح المؤتمر وأصدر قراراً بتشكيل اللجان المنظمة له بتاريخ 11 أكتوبر 2023م.

السيول والفيضانات هي كارثة طبيعية مناخية تحدث في عدة مناطق من العالم خاصة في المناطق الجافة وشبه الجافة. وتقع أغلب أراضي الوطن العربي ضمن هذا النطاق الجاف وشبه الجاف .

وتتعرض هذه المناطق لموجات من السيول والتي تكون في العادة في سنوات متباعدة، بينما تتعرض الأنهار لفيضانات مدمرة. وتُعد السيول نوع من أنواع الفيضانات الخاطفة المدمرة التي تحدث نتيجة لسقوط الامطار الشديدة فوق منطقة محدودة المساحة نسبياً وبشكل مفاجئ قصير المدى تصحبه تدفقات مائية بالغة السرعة بسبب الامطار الغزيرة .

ونظراً لكون الأودية في المناطق الجافة نادراً ما تتعرض للجريان السيلي حيث يفصل بين السيول فترات زمنية طويلة. فان السكان كثيراً ما يتناسون اخطار الفيضانات السيلية ويتعايشون مع وضع بيئي مؤقت، والكثير منهم يشيدون مساكنهم في مناطق أخطار محتملة، كما تبنى بعض المساكن فوق اسطح المراوح الفيضية وأحياناً في بطون الأودية مما يعرضها لأخطار السيول.

وقد تعرضت بلادنا خلال السنوات الأخيرة لكارثتين من السيول ، أولها كارثة سيول غات خلال شهر يونيو 2019م والتي تسببت في خسائر مادية كبيرة ،وثانيها الكارثة الكبرى التي تعرضت لها منطقة الجبل الأخضر ومدينة درنة على وجه الخصوص في 10-11 سبتمبر 2023م والتي تسببت في وفاة وفقدان الآلاف من السكان فضلاً عن الأضرار المادية الكبيرة بالمدينة.

وبالرغم من الألم والحزن لهذا الفقدان، والانقسام السياسي الذي يعاني منه الوطن، تنادى الليبيون من كل حدب وصوب وقدموا الدعم والمساعدة من كل المدن والقرى لنجدة أخوتهم في درنة ومناطق الجبل الأخضر المتضررة في ملحمة وطنية نادرة عبرت عن أصالة وحب الليبيين لبعضهم البعض وتمسكهم بوحدتهم الوطنية رغم المؤامرات التي يحيكها الأعضاء لتمزيقيه وتفتيته.

وفي هذا اليوم العلمي البهيج وفي هذه الجامعة العريقة كان من واجب اللجنة المنظمة تقديم الشكر والامتنان **للأستاذ الدكتور عز الدين يونس الدرسي** رئيس جامعة بنغازي على قبوله استضافة هذا المؤتمر ودعمه بكل الإمكانيات المتاحة لدى الجامعة رغم ظروفها المادية المتواضعة، حيث أنه لم يتأخر لحظة في استقبالنا ومتابعة احتياجات المؤتمر رغم انشغالاته المتعددة، كما أتقدم بالشكر الى الجهات الداعمة لهذا المؤتمر والمتمثلة في جهاز إدارة وتنفيذ النهر الصناعي ومديره العام **الدكتور سعد بومطاري**، وشركة الريان، وشركة اعمار ليبيا القابضة، وشركة الخليج العربي للنفط ، وغرفة التجارة والصناعة والزراعة بنغازي .

والشكر موصول للزملاء أعضاء اللجنة العلمية الذين بذلوا جهداً متواصلاً في استقبال المشاركات العلمية وتنظيمها وتحكيمها، والى الجهد الكبير والمتميز اذي بذلاه كل من الزميلين أ. د/ جمال النعاس و أ. د/ سميرة العياطي، كما لا أنسى الجهد المشترك والمثمر الذي بذلته الزميلة د. منى داوود العقوري، رئيس اللجنة التحضيرية طيلة الشهور الماضية رغم الصعوبات والعقبات المتعددة التي واجهت اللجنة حتى أصبح هذا الحدث حقيقة، والشكر موصول الى اللجنة الإعلامية برئاسة الأستاذة أسماء البرعصي والفريق العامل معها من الإعلاميين بالمركز الإعلامي

بالجامعة، والى مكتب الخدمات بالجامعة برئاسة السيد هشام الدرسي والعاملين معه في الضيافة والاستقبال والعلاقات العامة، والى إدارة المشتريات والمخازن برئاسة الأستاذ خليل الفاخري على جهدهم المتميز في توفير وتسهيل كل احتياجات المؤتمر .

ادعو الله سبحانه وتعالى أن تكون هذه الأبحاث العلمية في المستوى الذي يفيد الوطن وأن تكون التوصيات التي تصدر عنه مخرجاً لبعض المثالب والثغرات التي وقعت فيها الأجهزة التنفيذية للدولة الليبية حتى لا تكون حبيسة الادراج، ونتمنى من الجامعات ومراكز الأبحاث الأخرى في ليبيا والوطن العربي الاستمرار والدعوة لعقد المؤتمر الثاني للوقاية والمواجهة لأخطار السيول . أجدد الترحيب بالضيوف الكرام وكل التمنيات لنجاح هذا المؤتمر.

والسلام عليكم ورحمة الله وبركاته

أ .د. محمد عبدالله لامه

رئيس اللجنة العلمية للمؤتمر

دراسة تحليلية لنشوء وتطور الميديكان فوق منطقة البحر المتوسط

دراسة حالة: ميديكان دانيال الذي امتد فوق ليبيا في 10سبتمبر2023م.

د. كنانة حليمي [*]

مُحاضرة في كلية الهندسة الزراعية/ جامعة تشرين/ سورية.

HalemeKinana@gmail.com

أ. ساهر محمد طالب

طالب دكتوراه الجغرافية الطبيعية/ جامعة دمشق/ سورية.

sahertaleb528@gmail.com

الملخص:

يعد النظام السيكلوني الذي يصل إلى البحر المتوسط من الجغرافية المحيطة مرتبطاً إلى حد كبير بالظروف الجوية غير المستقرة فوق منطقة قبرص، يهدف البحث إلى فهم وتحليل تطور هذا النظام فوق المنطقة من خلال دراسة الخصائص السينوبيتيكية والديناميكية لأنموذج اعصاري تشكل فوق البحر المتوسط والذي يحمل خصائص الأعاصير شبه المدارية (TLC) ومنخفضات خطوط العرض الوسطى والذي يسمى (Medicane)، حيث تم في هذا البحث دراسة وتحليل الميديكان الذي امتد فوق ليبيا في 10 سبتمبر 2023 ،والذي يعد من الظواهر النادرة الحدوث في هذه المنطقة من البحر المتوسط والذي تزامن مع ظروف جوية شاذة أودت بحياة الآلاف، سجل انخفاض ملحوظ لقيم الضغط الجوي فوق منطقة شرق ليبيا، وقد تم تحليل الظاهرة لتحديد مسبباتها وآلية حدوثها وشدتها في منطقة الدراسة ، وتمت دراسة وتحليل العناصر المناخية (الضغط الجوي والرياح والأمطار) خلال فترة الميديكان وتوزع قيم الدوامية النسبية ووقت التعمق الأعظمي له، و الديناميكيات والعمليات الجوية التي اثرت في نشأته وتطوره في البحر المتوسط قبله ب 48ساعة و بعده ب 48ساعة،حيث تم الاعتماد في الدراسة على تحليل خرائط الطقس السطحية والعليا وكذلك تحليل بيانات في مستويات الضغط السطحي و300,500 ميليبار وتم تحديد توزع قيم مؤشر الاستقرار خلال تمدد الميديكان الانموذج، و يتضمن البحث كذلك دراسة الآثار الناتجة عن الظاهرة المدروسة من خلال اعتماد صور فضائية متوسطة الدقة المكانية (Landsat 30m) قبل وبعد الظاهرة المدروسة، واشتقاق مؤشر(NDMI) المياه والرطوبة لتقييم اثر الكارثة، ومؤشر (NDBI) لتقييم الوضع العمراني بهدف رصد التغيير الحاصل بعد الكارثة من خلال المقارنة بين القيم قبل وبعد الكارثة.

الكلمات المفتاحية: النظام السيكلوني، الضغط الجوي، الميديكان، البحر المتوسط.

(*) مُساعد رئيس تحرير مجلة جغرافي العالم العربي جيوبابلشينغ، تورنتو، كندا.

An Analytical Study of the Formation and Development of a Medicane over the Mediterranean Sea: A Case Study of the Daniel Medicane that Extended Over Libya on September 10, 2023

Kinana Ghazi Haleme
Lecturer in Tishreen University, Agriculture engineering,Latakia,Syria
Geo Publishing, The Arab World Geographer, Toronto, Canada
HalemeKinana@gmail.com

Saher Muhammad Taleb
PhD Student ,Damascus University, Syria
sahertaleb528@gmail.com

Abstract

The cyclonic system that reaches the Mediterranean Sea from the surrounding geography is significantly associated with unstable weather conditions over the Cyprus area. This research aims to understand and analyze the evolution of this system over the region by studying the synoptic and dynamic characteristics of a hurricane-like model forming over the Mediterranean Sea, known for bearing characteristics of tropical-like cyclones (TLC) and mid-latitude lows called "medicane." In this study, the Daniel Medicane (also known as Storm Daniel) that extended over Libya on September 10, 2023, was studied and analyzed. This event is considered rare in this region of the Mediterranean Sea and coincided with abnormal weather conditions that resulted in the loss of thousands of lives. A significant decrease in atmospheric pressure values and a sharp increase in wind speed were recorded over the eastern region of Libya. The phenomenon was analyzed to determine its causes, occurrence mechanisms, and intensity in the study area.

Climatic elements (atmospheric pressure, wind, and rainfall) during the hurricane period were studied and analyzed, along with the relative vorticity values distribution and the maximum deepening time of this medicane. The dynamics and atmospheric processes that influenced its formation and development in the Mediterranean Sea were also analyzed 48 hours before and after the event. The study relied on analyzing surface and upper-level weather maps, as well as data analysis at surface pressure levels and 300,500 millibars, determining the stability index distribution during the medicane's expansion. The research also includes studying the aftermath of the studied phenomenon through using medium-resolution satellite images (Landsat 30m) before and after the event. The Normalized Difference Moisture Index (NDMI) was derived to assess the disaster impact, while the Normalized Difference Built Index (NDBI) was used to evaluate the urban situation to monitor changes after the disaster by comparing values before and after the event.

Keywords: Cyclonic system, atmospheric pressure, medicane, Mediterranean Sea.

1- المقدمة:

تعد منطقة البحر المتوسط منطقة انتقالية واقعة بين دوائر عرض شبه الاستوائية التي تتميز بوجود حزام ضغط مرتفع ودوائر العرض الوسطى التي تتسم بتدفق الغربيات السائدة، وهذا يعطي المنطقة خصائصها المناخية (JACOBEIT,1987)، وأيضا يتسبب بوتيرة المنخفضات الإعصارية التي تؤثر فيها(MAHERAS et al, 2000).

حيث أن هذه المنطقة تعد واحدة من ثلاث مراكز داعمة لنمو المنخفضات الإعصارية هي: خليج جنوة وجنوب إيطاليا ومنطقة قبرص(MAHERAS et al, 2000) ،ولكل منها خصائص ديناميكية وحيوية مختلفة حيث توجد بينها اختلافات موسمية وهذا يعزز بشكل ملحوظ خلال أشهر البرد خصائص مراكز عمل مختلفة حيث تترافق بتنوع فعلي للخصائص الحركية لنشاط المنخفضات فوق منطقة المتوسط. مما يجعل منطقة شرق المتوسط بشكل رئيس خاضعة للمنخفضات التي تمتد من المناطق المحيطة أو تنشأ فوقها(El-FANDY, 1946)، وتتكرر هذه المنخفضات نسبياً كل أسبوع تقريبا خلال فصل الشتاء .

تسمى عواصف البحر المتوسط الشديدة ذات الخصائص الشبيهة بالإعصار ب الميديكان (أي إعصار البحر المتوسط). وتحتوي هذه الأنظمة على "عين" صافية مرئية في صور الأقمار الصناعية التي تتميز بها الأعاصير، ويحدث الميديكان بنسبة قليلة، حوالي 1–3 سنويًا، وتتزامن مع آثار مدمرة على اليابسة بسبب الفيضانات المرتبطة بها والعواصف والرياح القوية. تنشأ في الغالب في غرب البحر المتوسط.

شهدت ليبيا هطولات مطرية في أثناء الموسم المطري (2022 – 2023) اتسمت بشدة الغزارة الناتجة عن تأثر البلاد بقوى جوية شديدة الفاعلية والتركز، وكان من أبرزها تلك الاضطرابات في الأحوال الجوية نتيجة تمدد العاصفة التي امتدت فوق ليبيا ميديكان دانيال 10 سبتمبر 2023). حيث عمت الاضطرابات عموم المنطقة الشمالية الشرقية من ليبيا بشدات مختلفة، وبحكم موقع منطقة البحث الفلكي والجغرافي في الجزء الشمالي من قارة افريقيا المطل على البحر المتوسط فرض عليها نموذجاً مناخياً معيناً، وهو ما يعرف بنموذج مناخ العروض شبه المدارية لغربي القارات، والذي يعرف بالمناخ المتوسطي (موسى،1978)، مما جعل عنصر الهطل في منطقة البحث يخضع لتأثير ثلاث منظومات هي مسؤولة عن كمية

المطر وهي منظومة البحر المتوسط و ما يرافقها من جبهات، والثانية هي منظومة المنخفضات القادمة من الشمال والتي تتجدد فوق مركز قبرص والتي تكون مترافقة مع كتل هوائية قارية قطبية المنشأ، والثالثة هي المنظومة الإعصارية للبحر الأحمر أو(المنظومة الاثيوبية)، ويمكن لهذه المنظومات أن تعمل بصورة مشتركة ولكن تختلف حسب شدة كل منها (القشطيني، 1998).

2- أهمية البحث وأهدافه:

تكمن أهمية البحث في تحليل حالة جوية نمطية تؤثر في طقس ليبيا وتشكل واحدة من المنظومات الإعصارية المسؤولة عن كمية الأمطار وخصوصا في حال اندماجها مع منظومة أخرى، حيث أدت إلى تشكل خلايا ركامية عالية الكثافة تركزت في مناطق الشرقية والشمالية الشرقية من ليبيا خاصة في منطقة درنة حيث نتجت عنها كميات غزيرة من الأمطار.

يعدّ هذا البحث ذو أهمية خاصة لشدة الظواهر الجوية المرافقة للإعصار، وبشكل خاص الهطول الذي ترافق معه، وكذلك تحليل الخصائص السينوبيتيكية والحركية لتطور العاصفة الانموذج في 10 سبتمبر2023 ،والأثر الذي أحدثته وتحديد الخصائص العامة لتوزع مراكز الضغط الجوي على السطح وفي طبقات الجو العليا من حيث طبيعتها ومناطق تكونها وتمركزها ومساراتها لتحديد مسبباتها وآليه حدوثها وشدتها في منطقة الدراسة.

ويهدف هذا البحث إلى:

- دراسة وتحليل الخصائص السينوبيتيكية والحركية للغلاف الجوي خلال الفترة الممتدة بين (2023/9/8 وحتى 2023/9/12) وذلك بهدف تحليل الظاهرة الطقسية الشاذة (ميديكان دانيال) التي سيطرت فوق ليبيا يوم 10 سبتمبر 2023.
- تحديد الخصائص العامة لتوزع مراكز الضغط الجوي على السطح وفي طبقات الجو العليا من حيث طبيعتها ومناطق تكونها وتمركزها ومساراتها خلال الفترة الممتدة بين (2023/9/8 وحتى 2023/9/12).
- دراسة وتحليل الأحوال الطقسية المترافقة مع نشاط الميديكان الانموذج يوم 10 سبتمبر 2023.

- تحليل نتائج قيم مؤشر NDBI (مؤشر الاختلاف القياسي للعمران) و dNDBI لتحديد الأضرار المباشرة والغير مباشرة ومستويات الدمار الناجمة عن ميديكان دانيال 10 سبتمبر 2023.
- تحليل نتائج قيم مؤشر(NDMI) المياه والرطوبة لتقييم اثر الكارثة بعد ميديكان دانيال 10 سبتمبر 2023

3- طرائق البحث:

لقد تم الحصول على تحليلات قاعدة البيانات المستخدمة في الحسابات وتشمل مجالات الرياح ودرجة الحرارة وصور خرائط الطقس المؤرشفة منNCEP/NCAR مركز التنبؤ البيئي / المركز القومي للأبحاث العالمية تحليلاتUTC 00:00،مع طول الشبكة 2.5° × 2.5°منطقة يحدها الحسابات باعتماد خطوط الطول 20°Wو 50°E ودوائر العرض 20°N و 65°N .وتم الاعتماد في الحسابات الحركية وقيم الدوامية النسبية على مذكرة ل نيكولايدس تحتوي معادلات رياضية كاملة (NICOLAIDES et al,2004)،حيث تم اعتماد مناسيب مستويات الضغط الجوي 850 ، 500 ، 300 لتحديد خصائص الكتل الهوائية في طبقات الجو، كما تم اعتماد التحليل الإحصائي في تحليل أثر الميديكان والزمن الذي وصل فيه إلى أقصى حد له فوق المنطقة ورمز لهذا الزمن D0 والفترة السابقة للمنخفض ب 24 ساعة وبعده أيضا ورمزهما، D-1 و D+1 على التوالي، وهما D-1، D0 وD+1، والأوقات الموافق 24 و 48 ساعة قبل و 24 و 48 ساعة بعد ورمزت ب D-1، D-2 ، D0 و D + 1 و D + 2 على التوالي، حيث تم استخدام المعادلات الرياضية الآتية :

$$\delta = \frac{1}{r\cos\emptyset}\frac{\Delta u}{\Delta\lambda} + \frac{1}{r}\frac{\Delta U}{\Delta Q} - U\frac{tan\emptyset}{r}$$

$$\varsigma = \frac{1}{r\cos\emptyset}\frac{1}{r}\frac{\Delta \cup}{\Delta\emptyset} + \cup\frac{tan\emptyset}{r}$$

$$\frac{\Delta\omega}{\Delta\rho} = -\delta$$

$$\sigma = \frac{gT}{Cp} - \frac{Pg}{R}\frac{\Delta T}{\Delta P}$$

حيث r هو نصف قطر الأرض، λ هو الطول، φ هو العرض، u و v هي المركبات على التوالي النطاقية والزوالية من ناقلات الرياح الأفقية، gهو العنصر العمودي لتسارع الجاذبية، T هي درجة الحرارة، cp الحرارة النوعية من الهواء الجاف تحت الضغط المستمر، p هو الضغط الجوي وR هو ثابت الغاز العالمي(MICHAELIDES, 1987)،تم تطبيقها لتحليل حالة الغلاف الجوي من حيث الاستقرار وعدم الاستقرار.

وقد تم الاعتماد كذلك على خريطة أساس وعلى برامج الحاسوب والبرامج التقنية، 10.8 ARCGIS، Google Earth، وExcel، وكذلك 2 صورة فضائية لاندسات 8 خالية من الغيوم بدقة مكانية 30م OLI لعام 2023، حيث تتضح خصائص الصور الفضائية في الجدول1.

الجدول (1) خصائص الصور الفضائية Landsat 8– OLI المستخدمة.

تاريخ الصورة	القناة الطيفية المستخدمة	الدقة المكانية (م)
2/9/2023	Band (5,6)	30
18/9/2023	Band (5,6)	30

المؤشرات الطيفية:

– مؤشر الاختلاف القياسي للعمران (NDBI: Normalized Difference Built-up Index):

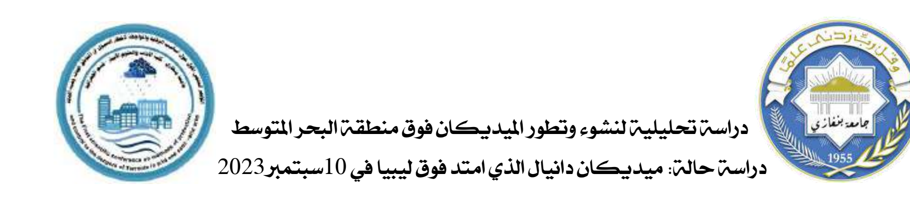
يقوم هذا المؤشر على تحديد المستويات العليا والدنيا للغطاء العمراني المفقود بتطبيق هذا المؤشر قبل العاصفة مباشرةً وبعد انتهائها لحساب فرق الغطاء العمراني ورصد مستوى الدمار في منطقة الدراسة، وفق المعادلة.(Ridd, 1995):

$$NDBI = MIR - NIR / MIR + NIR$$

حيث إن:

NIR = الأشعة تحت الحمراء القريبة، الموجودة في الباند رقم (5) في صور لاندسات 8.

MIR = الأشعة تحت الحمراء المتوسطة، الموجودة في الباند رقم (6) في صور لاندسات 8.



حيث تتراوح قيم مؤشر الـ NDBI بين -1 و +1، فكلما زادت قيم هذا المؤشر زادت كثافة الغطاء العمراني والمناطق الجرداء، تم حساب الفرق بين قيم هذا المؤشر لما قبل العاصفة وبعدها من خلال المعادلة التالية (Zha et all, 2003):

$$dNDBI = NDBI\ after - NDBI\ before$$

حيث إن:

dNDbI = الفرق بين قيم مؤشر الاختلاف القياسي للعمران.

NDBI after= مؤشر الاختلاف القياسي للعمران بعد العاصفة مباشرةً.

NDBI before = مؤشر الاختلاف القياسي للعمران قبل العاصفة مباشرةً.

- مؤشر رطوبة التربة (NDMI; The Normalized Difference Moisture Index):

يقوم هذا المؤشر على تحديد المستويات محتوى التربة من الرطوبة بتطبيق هذا المؤشر قبل العاصفة مباشرةً وبعد انتهائها حيث تم استخراجه من الصور الفضائية في منطقة الدراسة، وفق المعادلة (Haleme et all,2023) :

$$NDMI= NIR - MIR /NIR+ MIR$$

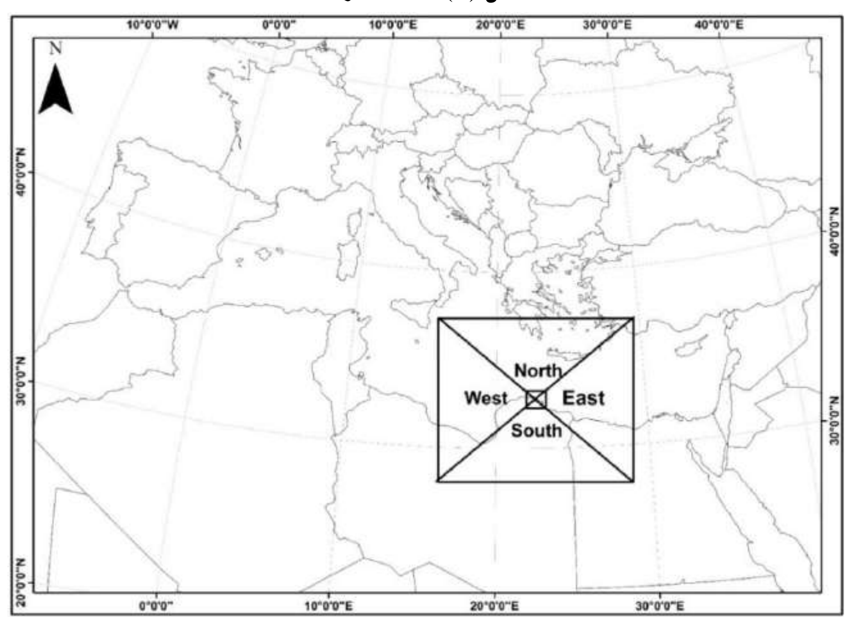
NIR = الأشعة تحت الحمراء القريبة، الموجودة في الباند رقم (5) في صور لاندسات 8.

MIR = الأشعة تحت الحمراء المتوسطة، الموجودة في الباند رقم (6) في صور لاندسات 8.

4- منطقة الدراسة:

تمتد ليبيا على مساحة 1,665,000 كيلومتر مربع، يحدها من الشمال البحر المتوسط، ومن الغرب تونس والجزائر، والجنوب الغربي النيجر، ومن الجنوب تشاد والسودان ومن الشرق مصر، تقع ليبيا بين خطي عرض(19°-33°N) ، وخطي طول(9°-25°E)، ويعد الساحل الليبي أطول من ساحل أي بلد أفريقي مطل على البحر الأبيض المتوسط. يبلغ طوله أكثر من 1800 كيلومتر (Education Libya,2004) حيث يوجد جزء من البحر المتوسط شمال ليبيا يسمى البحر الليبي، انظر الشكل1.

الشكل (1) منطقة الدراسة.



النتائج والمناقشة

1- الخصائص الإجمالية والحركية للميديكان دانيال:

تم توضيح تطور العاصفة دانيال، من خلال تحليل الظروف السينوبيتيكية من الوقت السابق للتعمق الأعظمي لها ب 48 ساعة والذي تم رمزه ب (D-2) ، كما تم رمز الوقت اللاحق ب 48ساعة (D+2) حيث تم اعتماد خرائط طقس من المراكز الوطنية للتنبؤات البيئية (NCEP) حيث تضمنت البيانات، الرسوم البيانية والرصدات السطحية، وصور الأقمار الصناعية، و بيانات الرادار لمجال واسع النطاق للضغط الجوي من خلال الاتي:

1-1- الفترة السابقة لدخول الميديكان دانيال الساحل الليبي ب48 ساعة (D-2):

لقد تبين من تحليل خرائط الطقس السطحية والوسطى والعلوية قبل دخول الميديكان الساحل الليبي في **المستوى السطحي** أن خطوط الضغط الجوي سجلت قيم منخفضة (1010mb) فوق الساحل الأوسط والشرقي لليبيا وهي أطراف لخلية من الضغط المنخفض مركزها وسط البحر المتوسط بلغت قيمة المركز فيها (1008mb)،ويلاحظ أن

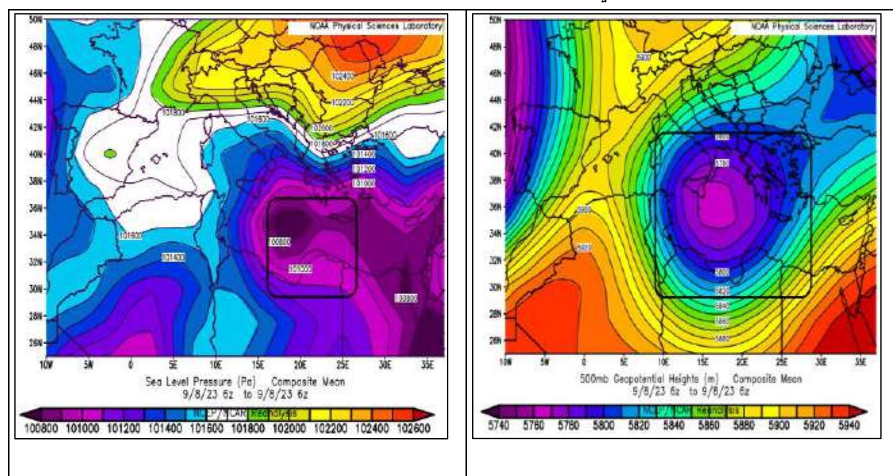



أطرافها مندمجة مع منخفض البحر الأحمر(RST)، انظر الشكل(2)، كما سجل ارتفاع قيم مؤشر ثابت الاستقرار في مستوى **850mb** فوق القارة الأوروبية (أكبر من $K^2\ S^-\ 1.5^1$) ، وسجلت قيم ثابت استقرار مرتفعة أيضا فوق شمال أوروبا وروسيا، مما يشير إلى الاستقرار المتزايد للهواء التروبوسفيري القاري ، في المقابل تم تسجيل قيم أدنى للاستقرار (أقل من $1.0\ K^2\ S^{-1}$) فوق المناطق البحرية، مما يدل على تزايد عدم استقرار الهواء في طبقة التروبوسفير البحري، وتبين أن أدنى قيم من ثابت مؤشر الاستقرار سجلت فوق البحر المتوسط (أقل من $0.9\ K^2\ S^{-1}$) .

وأظهرت خرائط الغلاف الجوي في **مستوى الضغط الجوي 500mb**، أن قيم (Geopotential Height) سجلت(5800 قبل العاصفة بيومين) وهذه القيمة مرتفعة عن المعدل الوسطي فوق منطقة الدراسة انظر الشكل(2)، وقد تبين تشكل حوض صغير ضعيف فوق منطقة وسط أوروبا ذو محور ممتد من شمال أوروبا نحو الجنوب.

وفي **مستوى الضغط الجوي 300mb**: ظهر تأثير فاعلية التيار النفاث شبه المداري الذي اقترن بالتقاء تيارات عليا دافئة وأخرى باردة، الذي امتد حتى دائرة عرض (35) شمالاً في مستوى (300mb).

الشكل (2) يوضح توزع قيم الضغط الجوي السطحي وقيم (Geopotential Height) في مستوى 500mb في منطقة الدراسة أثناء (D-2) من حدوث عاصفة دانيال



واتضح من تحليل خرائط التيار النفاث في فترة تمدد الميديكان، تموضع التيار النفاث فوق مناطق نشوء الميديكان في أوقات عدة مقترناً بتقدم هواء بارد رطب علوي عبر طبقات الجو التروبوسفيري الوسطى والعليا (أخدود علوي بارد) نجم عنه حالات من عدم الاستقرار الشديد وتهيئة الظروف لحدوث آنتي سيكلون على غرب أوروبا وسيكلون على أوربا الوسطى، حيث سجلت قيم متغير مجال الدوامية النسبية أقوى القيم عبر البلقان وإيطاليا في مستوى 300 و كانت إيجابية على وسط وشرق أوروبا وسلبية غرب أوروبا وحددت أضعف القيم في شرق المحيط الأطلسي وبريطانيا ، مما أدى إلى تضييق مجال الحوض العلوي في الساعات التالية.

الجدول (2) يوضح قيم ثابت الاستقرار والدوامية النسبية في فترة تشكل ونشاط ميديكان دانيال خلال الفترة(8–2023/09/12) بالاعتماد على بيانات الأرصاد الجوية، قبرص 2023.

الفترة	قيم ثابت الاستقرار/ $K^2\ S^{-1}$ فوق منطقة الدراسة	قيم ثابت الاستقرار/ $K^2\ S^{-1}$ فوق المناطق المحيطة
D–2	0.9	1.5 فوق أوروبا
D–1	0.8	1.8 فوق أوروبا
D0	0.6	1.9فوق اوروبا
D+1	0.8	1.6فوق أوروبا
D+2	1	1.8فوق أوروبا

2–1– في الفترة السابقة لدخول الميديكان ب24 ساعة (D–1):

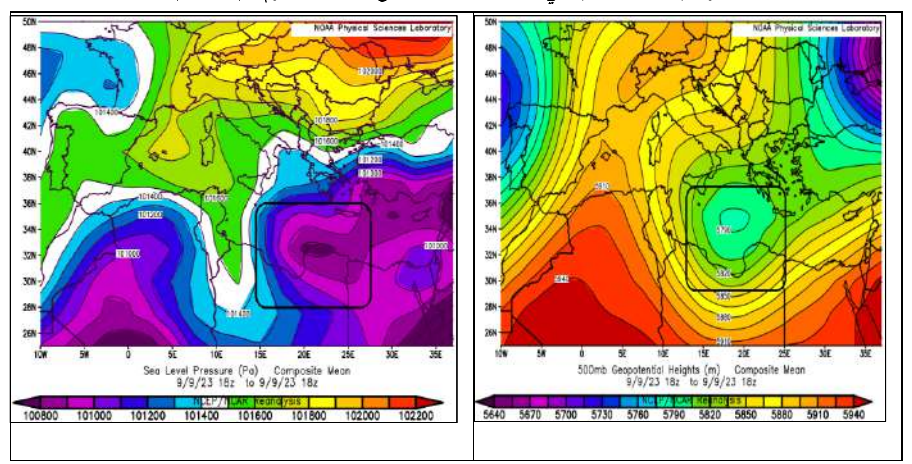
لقد تبين من تحليل البيانات في اليوم السابق للميديكان **في المستوى السطحي**: أن بؤرة الضغط الجوي المنخفض انزاحت جنوبا، وتمركزت فوق المنطقة الشمالية الشرقية من ليبيا وعلى الحدود المصرية حيث سجل الضغط الجوي في المركز قيما انخفضت عن1007 mb فوق المنطقة الشرقية من الساحل الليبي، انظر الشكل(3)، وتزامن ذلك مع تغلغل للضغط الجوي المرتفع في المناطق الغربية من ليبيا حيث سجلت القيم أكثر من 1016mb، واقد اتجهت قيم الاستقرار على مستوى 850mb في الفترة التي سبقت تعمق الميديكان ب24 ساعة نحو الانخفاض فوق البحر المتوسط لتسجل (أقل من $0.8K^2\ S^{-1}$) ، الجدول رقم (2). ما يعني أن الهواء التروبوسفيري البحري في هذه الحالة أكثر اضطرابا، وهذا أدى إلى تكوين السحب في طبقة التروبوسفير.




وفي **مستوى الضغط الجوي 500 ميليبار**: تبين من تحليل البيانات أن قيم (Geopotential Height) سجلت انخفاضاً تدريجيا سجلت (5750) قبل العاصفة بيوم، انظر الشكل (3)، وتشكلت حالة اعاقة جوية فوق أوروبا الغربية ذات محور ممتد شمالا- جنوبا فوق غرب ليبيا وتونس والجزائر. وقد انخفضت قيم الجيوديناميكية فوق منطقة البلقان، وارتفعت فوق مجال قبرص واليونان حتى وسط البحر المتوسط حيث كانت حركة الهواء الأفقية دافئة على مناطق غرب أوروبا وباردة فوق منطقة البلقان (منطقة نشاط الأعاصير).

وفي **مستوى الضغط الجوي 300 ميليبار** سجلت الجيوديناميكية ارتفاعا وبدأت تظهر معالم الآنتيسيكلون والأعاصير المكثفة فوق منطقة البحر المتوسط حيث تشكل حوض علوي، وتزايدت قيم الدوامية النسبية لتصبح أكثر من($5 \times 10^{5}-S^{-1}$) فوق جنوب غرب اليونان ،وأقل من($4 \times 10^{5}-S^{-1}$) جنوب ايطاليا.انظر الجدول(2).

الشكل (3) يوضح توزع قيم الضغط الجوي السطحي وقيم (Geopotential Height) في مستوى(500mb) في منطقة الدراسة قبل العاصفة بيوم (D-1).



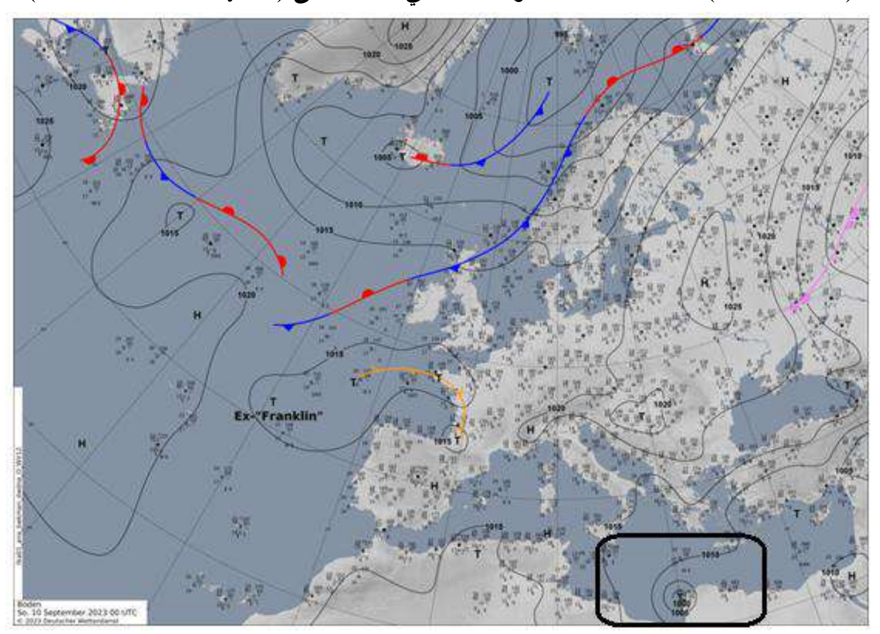
1-3- الأحوال السينوبيتيكية في يوم العاصفة دانيال فوق ليبيا (D0) :2023/9/10

في المستوى السطحي تبين من تحليل بيانات الضغط الجوي السطحية في منطقة الدراسة اعتمادا على (DWD Reanalysis) ان بؤرة الضغط الجوي الميديكان تمركزت

فوق الساحل الشمالي الشرقي ل ليبيا وسجلت أدنى قيمة لها 1006mb في الساعة 00.00 بتوقيت ليبيا. انظر الشكلين 4,6

وسجلت قيم الاستقرار في **مستوى الضغط 850mb** قيما متدنية أثناء تشكل الميديكان فوق منطقة الدراسة وصلت أدناها فوق منطقة شرق البحر المتوسط في الفترة D0 من عمر الميديكان (أقل من $0.7\ K^2\ S^{-1}$) انظر الجدول 2 ، حيث اتضح من دراسة بيانات الضغط الجوي منذ بداية شهر سبتمبر 2023 حتى 12 سبتمبر 2023 ،أن قيم الضغط الجوي السطحية تناقصت فوق منطقة الدراسة من 1017mb في 1 سبتمبر إلى 1008mb في 5 منه، حيث تغير مواقع مركز الضغط المنخفض فوق منطقة البحر المتوسط وسجلت أدنى قيمة لها في يوم ميديكان دانيال الشكل 5 مما يدل على حالة عدم استقرار للهواء فوق المنطقة بشكل متزايد، بسبب دفء مياه البحر المتوسط وانخفاض مستوى انطلاق الحرارة الكامنة(SHAY-El , 1991) .

الشكل (4) يوضح توزع قيم الضغط الجوي السطحي في منطقة الدراسة يوم ميديكان دانيال (2023/9/10) الساعة 00.00 بالتوقيت المحلي اعتمادا على (DWD Reanalysis)



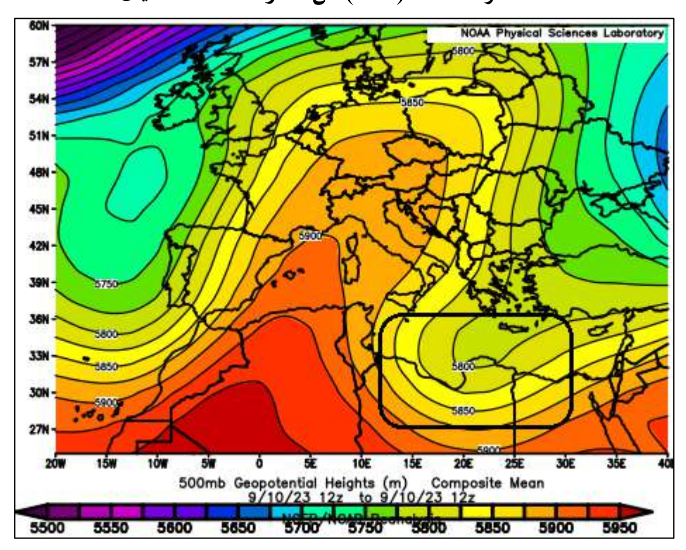
https://www.wetterzentrale.de/reanalysis.



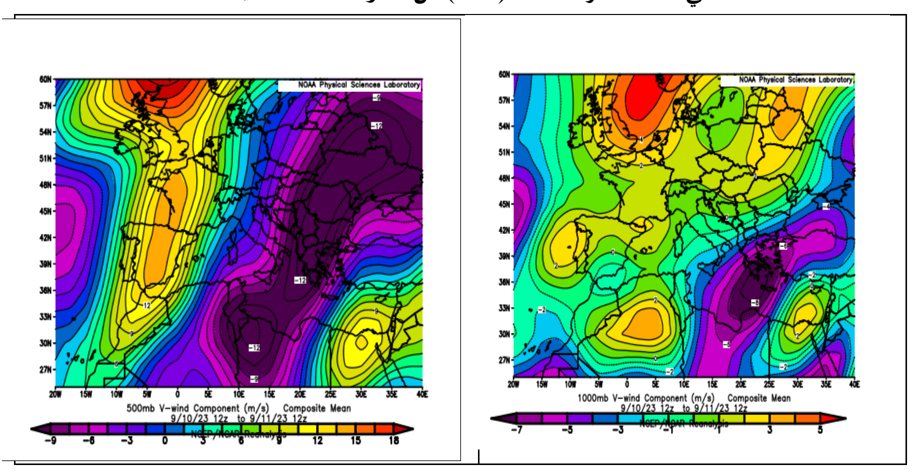

وفي **مستوى 500ميليبار يوم D0** : أظهر تحليل خريطة (Geopotential Height) في الغلاف الجوي الأوسط ارتفاع 500mb أن موجة روسبي بدأت بالانخفاض تدريجيا وسجلت (5750) قبل العاصفة بيوم، حيث أظهر الشكل سيطرة حالة اعاقة جوية فوق أوروبا الغربية ممتد شمال شرقي-جنوب غربي فوق غرب ليبيا وتونس والجزائر والمغرب (Ridge)، انظر الشكل (5)، وهذا تسبب بحالة عدم استقرار فوق منطقة الدراسة التي تموضعت في منطقة (Trough) من موجة روسبي. انظر الشكل5، علماً أن تشكل موجة روسبي يتزامن مع حالات شذوذات طقسية متطرفة كالفيضانات في مناطق وموجات الحر في مناطق أخرى، وقد أثبتت الدراسات أنه كان لموجات روسبي تأثيرا مباشرا على الفيضانات المفاجئة التي حدثت في اليابان في عام 2018 وعن حالات طقس متطرفة في أوروبا(Kornhuber, k.et al. 2019)، حيث يشار عادةً إلى الحجب أو الاعاقة الجوية على أنها الحالة التي يتم فيها مقاطعة التدفق المنطقي الطبيعي للرياح عن طريق التدفق الزوالي القوي والمستمر. حيث يتم إعاقة التقدم الطبيعي للاضطرابات السينوبتيكية باتجاه الشرق مما يؤدي إلى نوبات من الظروف الجوية القاسية لفترات طويلة. على النطاقات الزمنية بين الفصول، ويمكن أن تستمر الظواهر الجوية المتطرفة المستمرة من عدة أيام إلى بضعة أسابيع، وغالبًا ما تكون مصحوبة بدرجات حرارة شاذة وهطول الأمطار(NOAA,2024).

إضافة إلى استمرار نشاط ظاهرة النينو لعام 2023، حيث أظهر تحليل (Nino3-4 Index) شذوذ 1.5مْ في شهر سبتمبر لعام 2023 ووصل عتبة 2.0مْ في أكتوبر وهذه عتبة قوية جدا حيث ترتبط هذه الظاهرة بتغيرات في الطقس والمناخ في جميع أنحاء العالم، وبالتالي إن ميديكان دانيال له ارتباط وثيق ايضا بنشاط ظاهرة النينو لعام 2023، انظر الشكل(7).

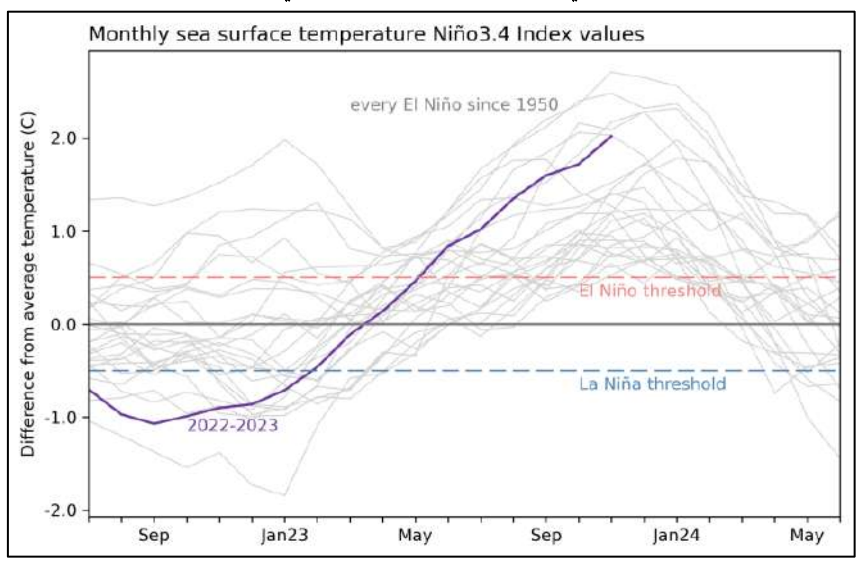
الشكل (5) يوضح قيم (Geopotential Height) في مستوى (500mb)
منطقة الدراسة أثناء (D0) من حدوث عاصفة دانيال.



الشكل (6) يوضح قيم (Meridional wind) في مستوى(500mb و 1000mb)
في منطقة الدراسة أثناء (D0) من حدوث عاصفة دانيال.



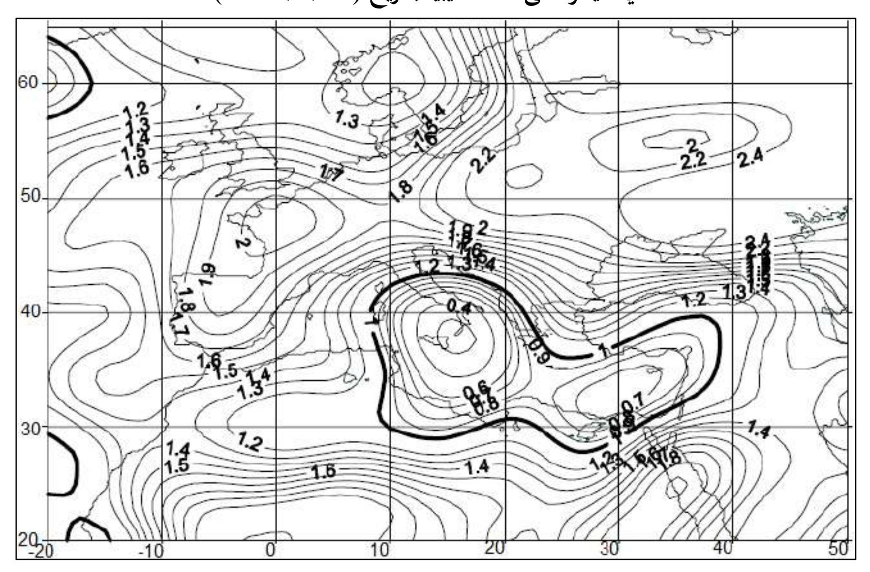
الشكل (7) يوضح (Nino3–4 Index) لمدة عامين لدرجة حرارة سطح البحر في منطقة المحيط الهادي الاستوائي.



وقد كانت دورة الغلاف الجوي قوية في أثناء حدوث الميديكان في 10 و11 سبتمبر2023، وسجلت الحركة الطولانية للهواء (Meredianal Motion) أقوى من الحركة العرضية (Zonal Motion)، وذلك يسبب نشاط في الحركة الصاعدة في الهواء بشكل ملحوظ (شحادة،1990).

حيث اتضح من تحليل البيانات في أثناء فترة العاصفة أن الرياح النطاقية كانت نشطة فوق منطقة الدراسة في مستوى500 mb متجهة شمالاً–جنوباً، وكذلك هو الوضع أيضاً في المستوى السطحي تمركزت فوق منطقة الدراسة ولكن في المستوى العلوي كانت أوسع نطاقاً. **وفي مستوى 300mb** تبين ازدياد النشاط الإعصاري مع تسجيل تعمق القاع لخطوط الضغط عند هذا المستوى، حيث تزامن ذلك مع زيادة قيم الدوامية النسبية فوق منطقة شرق البحر المتوسط (أكبر من $8 \times 10^{5-}s^{-1}$) وسجل في هذه الفترة قيمة كبيرة للدوامية النسبية فوق منطقة الدراسة ($6\times 10^{5-}s^{-1}$). انظر الشكل(8)

الشكل (8) يوضح مؤشر ثابت الاستقرار وخطوط الضغط في مستويات 850،500 mb على التوالي وقيم الدوامية النسبية (الخط المتقطع) خلال الفترة D0 للميديكان الذي سيطر على منطقة ليبيا بتاريخ (2023/9/10).

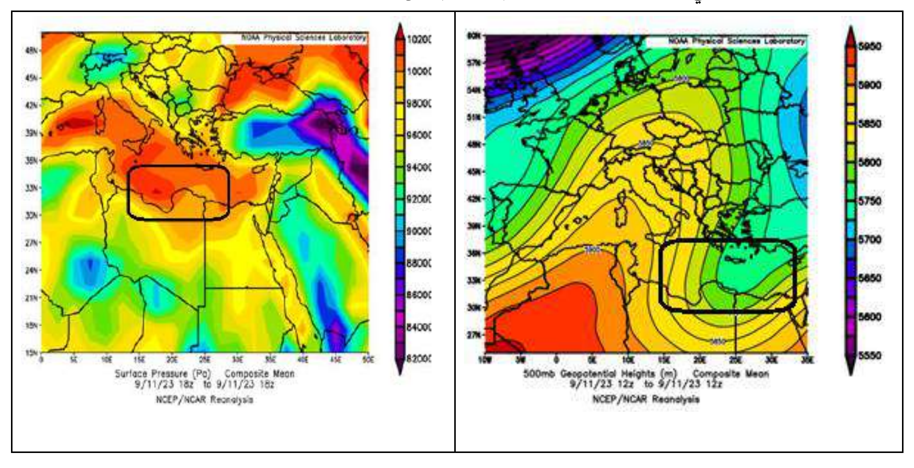


وتبين من تحليل خرائط التيار النفاث في فترة تمدد الميديكان تموضع التيار النفاث فوق مناطق نشوء ميديكان دانيال في أوقات عدة وتقدم هواء بارد رطب علوي عبر طبقات الجو التروبوسفيري الوسطى والعليا (أخدود علوي بارد) نجم عنه حالات من عدم الاستقرار الشديد وانخفاض ملحوظ في درجة الحرارة عما هي معروفة في مثل تلك الأوقات من السنة، واضطراب شديد في الحالة الجوية.

1-5- الفترة التالية ب 24 ساعة ل ميديكان دانيال (D+ 1):

اتضح من تحليل خرائط الطقس في المستوى السطحي استمرار سيطرة الضغط الجوي المنخفض في يوم 11 سبتمبر حتى الساعة 18، وكذلك في مستوى500mb استمر الوضع السينوبيتيكي مشابهاً ليوم العاصفة مع حدوث تراجع طفيف، انظر الشكل(9).

الشكل (9) يوضح قيم الضغط الجوي في المستويين (السطحي و500mb)
في منطقة الدراسة أثناء (D+1) من حدوث عاصفة دانيال.

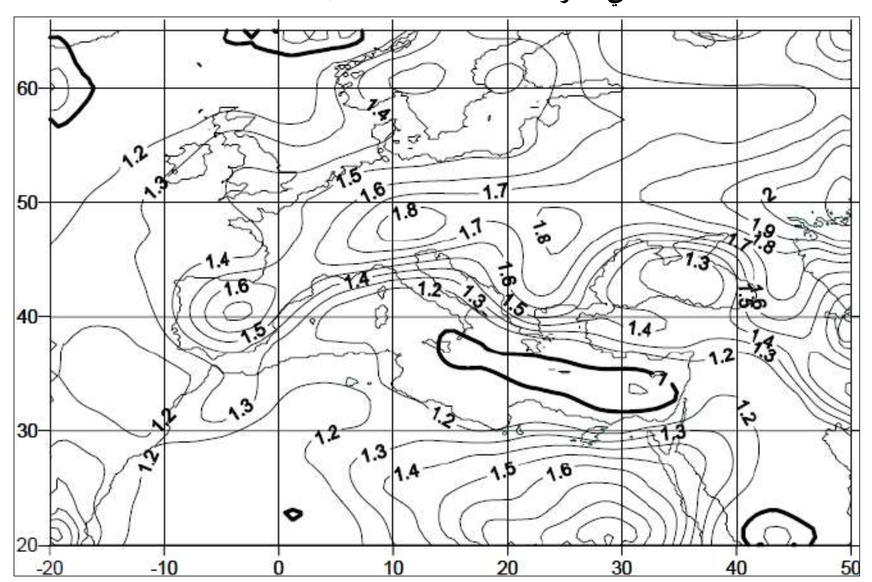


وتبين من تحليل بيانات الجدول رقم (2) أنه في هذه الفترة ارتفعت قليلا قيم مؤشر الاستقرار النسبي فوق منطقة شرقي البحر المتوسط ولكنها بقيت أدنى من المعدل حيث سجلت جنوب غرب قبرص $0.8\ K^2s^{-1}$، واستمرت الغيوم في الجزء السفلي من التروبوسفير فوق المنطقة، كما أن محور الميديكان فوق مستوى 500 mbأخذ بالتراجع تدريجيا. أما في المستوى التروبوسفيري العلوي 300 كان مجال الدوامية النسبية لايزال إيجابيا ولكن ظهرت فيه علامات ضعف حيث سجل الحد الأقصى فوق جزيرة كريت شرق المتوسط مجال الدوامية النسبية أقل من ($7 \times 10^{5-}s^{-1}$).

6-1- في الفترة التالية ب48 ساعة لسيطرة ميديكان دانيال (D+ 2):

وأخيرا، في الوقت اللاحق لسيطرة الميديكان ب 48 ساعة ،انظر الشكل 10، اتضح تزايد استقرار الهواء فوق البحر لأن قيم الاستقرار ثابتة على مستوى 850mb حيث سجلت القيم (أقل من$1.0K^2s^{-1}$)،مما يشير إلى انخفاض تكون السحب في طبقة التروبوسفير. وتناقص طول محور حوض الميديكان في مستوى الضغط 500mb، وكذلك ضعف مرتفع غرب أوروبا وفقد الطابع الطولاني الذي تميز به خلال فترة الميديكان.

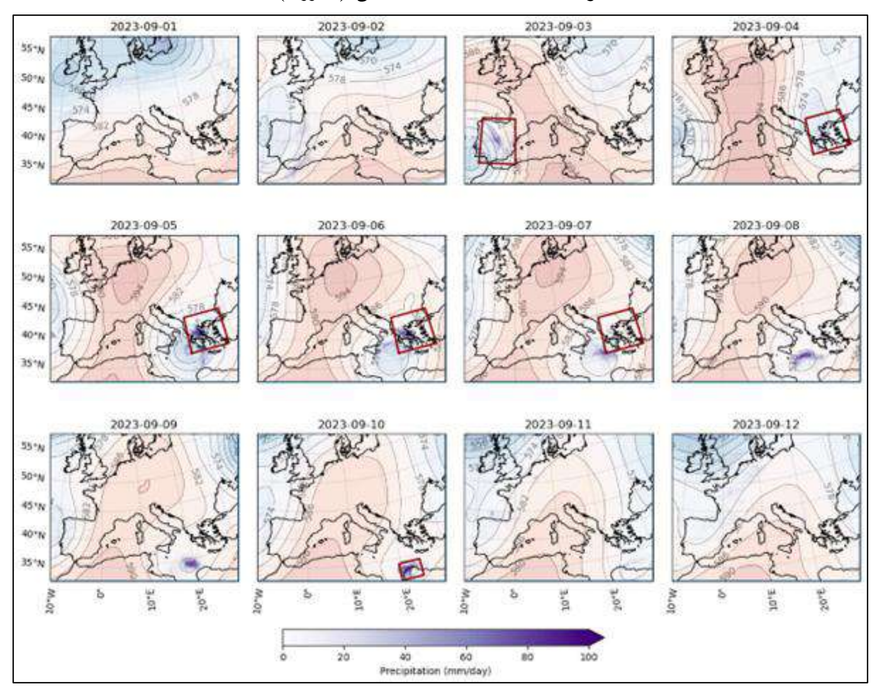
الشكل (10) يوضح مؤشر ثابت الاستقرار وخطوط الضغط في مستويات 850،500 ميليبار على التوالي وقيم الدوامية النسبية (الخط المتقطع) خلال الفترة D+2 في الفترة اللاحقة للعاصفة دانيال ب48ساعة



2- الأحـوال الطقسـية المترافقـة مـع نشـاط ميـديكان دانيـال 10-2023/09/11:

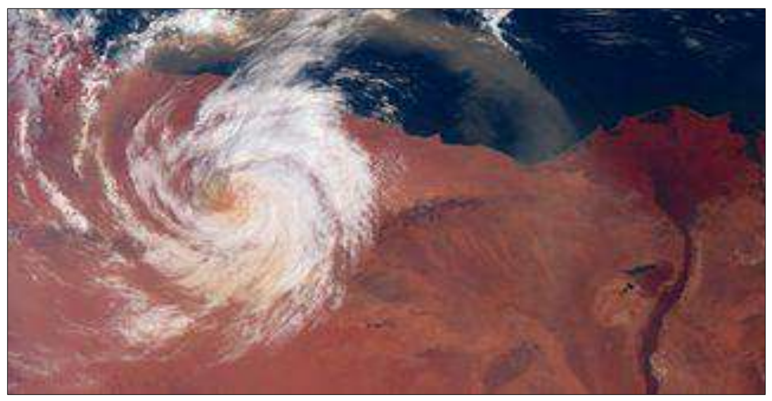
تعدُّ العاصفة دانيال هي إعصار متوسطي طويل الأمد نشط منذ أكثر من أسبوع منذ أن تشكل كنظام طقس منخفض الضغط في الرابع من سبتمبر تقريبًا عادةً ما تعتبر تدفقات الحرارة والرطوبة من البحر المتوسط مهمة في تطوير الميديكان، وتتعزز هذه التدفقات بدرجات حرارة سطح البحر الدافئة.

الشكل (11) رصد الأمطار التراكمية يوميًا (تحليل ERA5) خلال الفترة ابتداءً من 1 وحتى 12 سبتمبر بعد ميديكان دانيال بيومين والاعاقة الجوية المتمركز حول هولندا (الأحمر) الذي تطورت حوله أنظمة الضغط المنخفض (الأزرق).



إن ميديكان دانيال، أحد أكثر العواصف المتوسطية تدميرا حيث اتخذت العاصفة طبيعة العواصف شبه الاستوائيةً ، بلغت سرعة رياحه 119كم/سا، اكتسب ميديكان دانيال قوته من المياه التي ارتفعت حرارتها بعد أشهر من الحرارة القياسية، وتحولت إلى ظاهرة نادرة اقتربت شدته من شدة الأعاصير الأطلسية وتميزت بعين مميزة في مركزها، ويمكن تمييز علاماتها في صور الأقمار الصناعية لدانيال. انظر الشكل(12).

الشكل (12): (Medicane e Daniel) فوق الصحراء الكبرى على الحدود بين مصر وليبيا، كما يراها القمر الصناعي الأوروبي Sentinel-3 في 10 سبتمبر 2023.

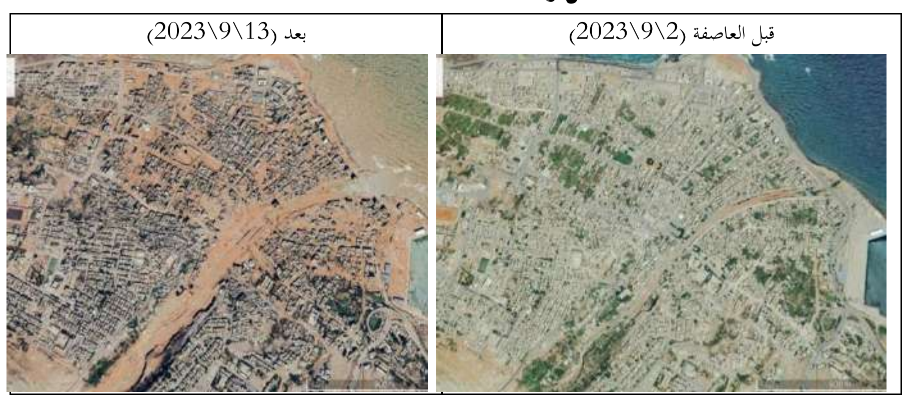


المصدر: Copernicus/SentinelHub/Kosmi.

أمطاره استمرت لمدة 18 ساعة خلال 24 ساعة فقط في أجزاء من البلاد، مما أدى إلى فيضانات كارثية. خلال عبوره اللاحق للبحر المتوسط، وقد تم رصد الأمطار التراكمية يوميًا (تحليل ERA5) خلال الفترة ابتداءً من 1 وحتى 12 سبتمبر بعد ميديكان دانيال بيومين حيث تم تسجيل هطول أمطار غزيرة وتأثيرات شديدة في وسط وجنوب إسبانيا في 3 سبتمبر اليونان وبلغاريا وتركيا من الرابع إلى السابع؛ وليبيا على في منطقة درنة في 10 سبتمبر حيث بلغت كمية الأمطار التراكمية فوق منطقة درنة حسب تسجيلات (تحليل ERA5) 100مم/يوم، وقد أدت إلى فيضانات ونتائج كارثية، نتج عنها انهيار سدي أبو منصور والبلاد في وادي درنة بليبيا انظر الشكل رقم (11).

الشكل(12) صورة فضائية لمنطقة الدراسة بتاريخي(2\9\2023) و(13\9\2023) قبل وبعد ميديكان دانيال- ليبيا.

قبل العاصفة (2\9\2023)	بعد (13\9\2023)



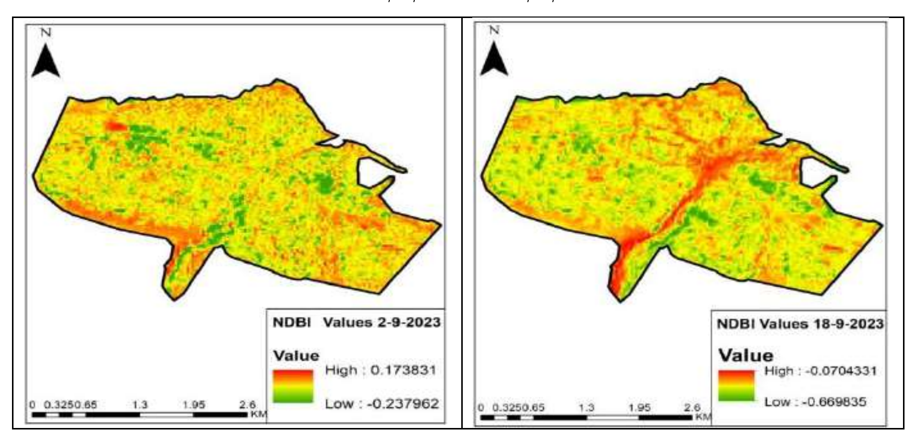



وأظهــرت الصــور الفضــائية لمنطقــة الدراســة بتــاريخي(2023\9\2) و(2023\9\13) قبل وبعد ميديكان دانيال- ليبيا الضرر الناجم عن مياه الفيضانات، انظـر الشـكل(12)، وقـد سـجل عـدد الوفيـات المؤكـدة حسـب منظمـة الصـحة العالمية(WHO,2023) 4333 شخصاً.

2-1 نتائج مؤشر NDBI في عاصفة دانيال:

لتحليل الأضرار التي تسبب بها ميديكان دانيال تمت دراسة مؤشر الاختلاف القياسي للعمران (NDBI: Normalized Difference Built-up Index)، حيث تم تحديد المستويات العليا والدنيا للغطاء العمراني المفقود بتطبيق هذا المؤشر قبل العاصفة مباشرةً وبعد انتهائها لحساب فرق الغطاء العمراني ورصد مستوى الدمار في منطقة الدراسة، وقد اتضح من نتائج مؤشر NDBI المشتق من الصورة الفضائية الملتقطة بعد حدوث العاصفة ب تسعة أيام حجم التضرر الذي أصاب المنطقة المدروسة انظر الشكل رقم (13).حيث يتضح تراجع القيم العليا لمؤشر NDBI في 2023/9/18.

الشكل (13) قيم NDBI لتحديد مدى كثافة الغطاء العمراني في مدينة درنة في تاريخي 2023/9/2، 2023/9/18



اتضح من تحليل الصور الفضائية قبل وبعد الميديكان تراجع المساحات الخضراء في المنطقة المدروسة والتي تمثل الكثافة النباتية، وكذلك المساحات الصفراء والتي تمثل الكثافة العمرانية، وازدادت نسبة اللون الأحمر والبرتقالي والتي تدل على ازدياد نسبة المناطق القاحلة والترابية الجرداء الخالية من الأبنية وزيادة نسبة الطين، انظر الشكل (13).

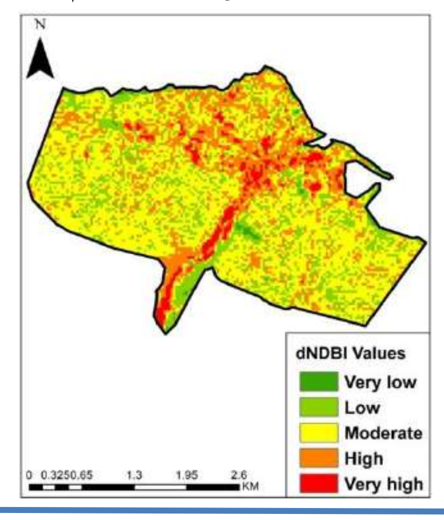
وقد سجلت أعلى كثافة عمرانية في موقع الدراسة حسب مؤشر NDBI قبل العاصفة (0.173831)، أما بعدها فقط تدنت قيم المناطق العمرانية والمائية لصالح قيم المناطق الجرداء وأصبحت تساوي (-0.0704331)، وبلغ الفارق في الكثافة العمرانية بين قبل العاصفة بـ 9 أيام وبعدها بـ 7 أيام (0.1675289)، وهذا يمثل شدة تضرر منطقة الدراسة عمرانياً، انظر الجدول (3).

الجدول (3) يوضح مقدار الكثافة النباتية في المنطقة المدروسة قبل وبعد ميديكان دانيال.

شدة الضرر	NDBI	Value	storm Darneh
0.1675289	0.0704331-	**High**	**After**
	0.669835-	**low**	
	0.173831	**High**	**Before**
	0.237962-	**low**	

وأظهر مؤشر dNDBI أماكن توزع مستويات الدمار العالية الناجم عن العاصفة حيث أن المناطق التي تم تسجيل القيم فيها عالية وعالية جداً قد تم جرف الأبنية بالكامل في هذه المستويات، وقد شملت 26.90% من مساحة منطقة الدراسة ما يعادل 2577539.21 م^2 انظر الشكل رقم(14) والجدول رقم4.

الشكل (14) قيم dNDBI مستويات التغير في الكثافة العمرانية في منطقة الدراسة الناتج عن حساب فرق مؤشر NDBI قبل العاصفة بـ 9 أيام وبعدها بـ7 أيام.

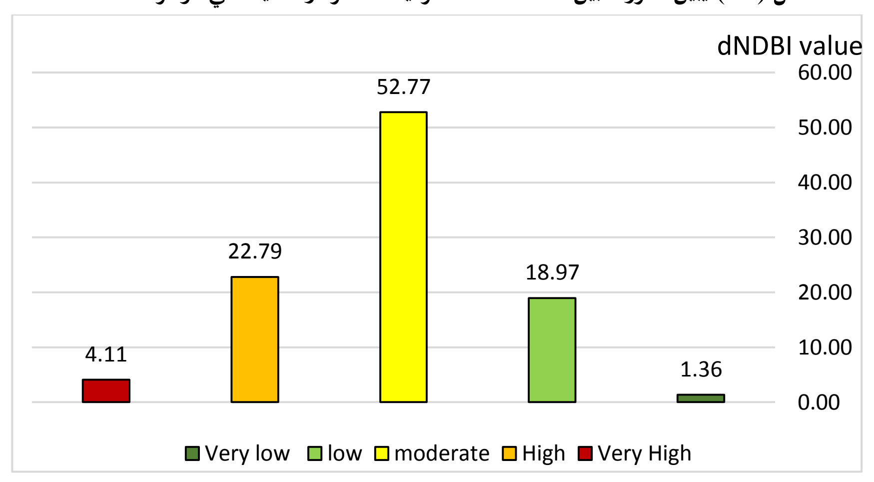


وقد مثلت قيم الخطر المتوسطة في مؤشر dNDBI النسبة الأعلى من بين باقي المستويات حيث سجلت 51.77% من المساحات العمرانية بالمنطقة التي تعرضت لتدمير من مستوى متوسط ونسبة 18.97% مرتفع و 1.36% مرتفع جدا، أي أن نسبة 73.1% سجلت تدميرا فوق المتوسط. انظر الشكلين (14) و(15).

الجدول (4) مستويات الدمار الناتج عن العاصفة والمساحات المتضررة ونسبها المئوية:

مستوى الدمار	dNDBI Value	المساحة m	%
Very low	-0.4093	130360.86	1.36
low	-0.3062	1817008.83	18.97
moderate	-0.2576	5054739.9	52.77
High	-0.1818	2183526.73	22.79
Very High	0.0366	394012.48	4.11

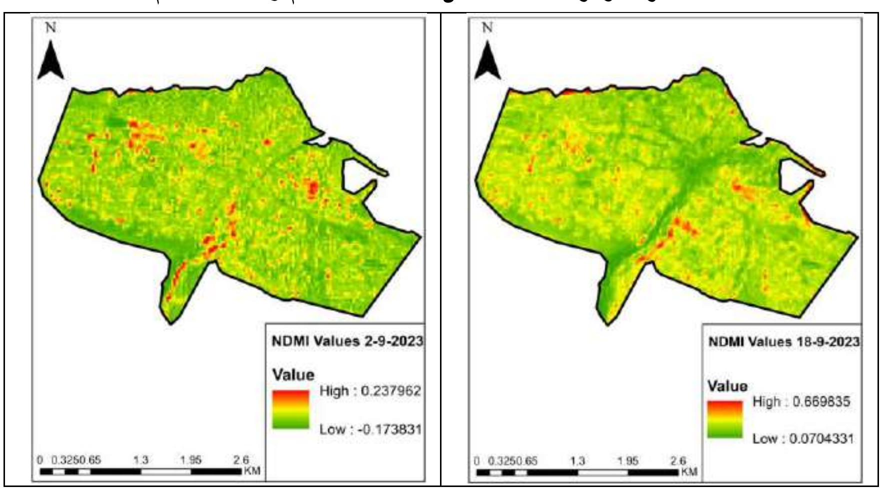
الشكل (15) يبين الفروق بين المساحات العمرانية المدمرة والسليمة في مؤشر dNDBI



2.2. نتائج مؤشر NDMI في عاصفة دانيال:

تبين من نتائج تحليل مؤشر NDMI مؤشر رطوبة التربة (The Normalized Difference Moisture Index) الذي تم استنتاجه من خلال معادلة رياضية بناءً على باندات المرئية الفضائية للصورتين المأخوذتين قبل وبعد الميديكان تزايد النسب من 0.23 قبل الميديكان حتى 0.66 بعده، انظر الشكل (17).

الشكل (17) قيم NDMIمستويات التغير في مؤشر رطوبة التربة في منطقة الدراسة الناتج عن حساب فرق مؤشر NDMI قبل العاصفة بـ 9 أيام وبعدها بـ7 أيام.



حيث اتضح من مؤشر الرطوبة الذي يغطي منطقة الدراسة ازدياد نسبة الرطوبة بشكل ملحوظ حيث وقد تبين من الصورة تغير توزع المياه في منطقة الدراسة حيث يتضح اختفاء سد درنة من الخريطة.

الخاتمة:

أظهر البحث الذي تناول الظاهرة الطقسية المتطرفة التي تعرضت لها المنطقة الشرقية والشمالية الشرقية من ليبيا سجل انخفاض كبير في قيم الضغط الجوي فوق منطقة شرق ليبيا، وتم إجراء دراسة لتحليل الظاهرة لتحديد أسبابها وآلية حدوثها وشدتها في المنطقة المدروسة. كما تم دراسة وتحليل العناصر المناخية (الضغط الجوي والرياح والأمطار) خلال فترة الميديكان، وتوزيع قيم الدوامية النسبية وزمن التعمق الأقصى للإعصار مع تحديد الديناميكيات والعمليات الجوية التي أثرت على تكونه وتطوره في البحر المتوسط قبل وبعد حدوثه بـ48 ساعة. تم الاعتماد في الدراسة على تحليل خرائط الطقس السطحية والعليا، بالإضافة إلى تحليل بيانات على مستويات الضغط السطحي و300,500 ميليبار، وتم تحديد توزيع قيم مؤشر الاستقرار خلال تمدد الميديكان الانموذج. البحث شمل أيضًا دراسة الآثار الناتجة عن الظاهرة من خلال صور فضائية متوسطة الدقة المكانية (Landsat 30m) قبل وبعد الحدث، وقد اشتق مؤشر NDMI لتقييم تأثير الكارثة، بينما تم

استخدام مؤشر NDBI لتقييم الوضع العمراني لرصد التغييرات بعد الكارثة من خلال المقارنة بين القيم قبل وبعد الكارثة.

النتائج:

- سجلت خطوط الضغط الجوي قيم منخفضة (1010mb) فوق الساحل الأوسط والشرقي لليبيا خلال فترة سبقت الميديكان دانيال ب 48 ساعة ، وسجل مؤشر الاستقرار فوق الساحل الليبي (أقل من $0.9\ K^2\ S^{-1}$)
- انخفضت قيم الضغط الجوي قبل العاصفة عن 1007mb في الفترة التي سبقت تعمق الميديكان ب24 ساعة في منطقة الدراسة وازدادت حالة عدم الاستقرار فوق الساحل الشرقي من ليبيا في مستوى 850mb حيث سجلت (أقل من $0.8K^2\ S^{-1}$) .
- تدنت قيم لضغط الجوي الى 1006mbم في يوم 10 سبتمبر 2023 وكذلك تدنت قيم الاستقرار في مستوى الضغط 850 ميليبار ووصلت إلى أدناها فوق منطقة شرق البحر المتوسط في D0 (أقل من $0.7\ K^2\ S^{-1}$) خلال فترة تشكل العاصفة ، وفي مستوى 500mb أظهرت خريطة (Geopotential Height) تشكل موجة روسبي وحالة إعاقة جوية فوق أوروبا الغربية وغربي ليبيا وتونس والجزائر وتموضعت منطقة الدراسة في منطقة الاضطراب.
- تم تسجيل ازدياد واضح للنشاط الإعصاري حيث تزامن ذلك مع قيمة كبيرة للدوامية النسبية فوق منطقة الدراسة ($6\times 10^{5-}s^{-1}$) وسجل تمركز للتيار النفاث شبه المداري في مستوى 300ميليبار فوق منطقة الدراسة الذي اقترن بالتقاءء تيارات عليا دافئة وأخرى باردة.
- بلغت كمية الأمطار التراكمية فوق منطقة درنة حسب تسجيلات (تحليل ERA5) أكثر من 100مم/يوم وغمرت مياه الفيضانات منطقة درنة وسجل عدد الوفيات 4333شخص.
- اتضح من نتائج مؤشر NDBI في الصور الفضائية الملتقطة قبل وبعد حدوث العاصفة ب تسعة أيام تدني قيم المناطق العمرانية والمائية لصالح قيم المناطق الجرداء وبلغ الفارق في الكثافة العمرانية بين قبل العاصفة وبعدها بـ 7 أيام (0.1675289)، وقد بينت قيم الخطر المتوسطة في مؤشر dNDBI أن 51.77% من المساحات العمرانية بالمنطقة

تعرضت لتدمير من مستوى متوسط و 18.98% من مستوى مرتفع و 1.36% مرتفع جداً. وقد من مؤشر NDMI تبين ازدياد نسبة الرطوبة بشكل ملحوظ حيث تزايدت النسب من 0.23 قبل الميديكان حتى 0.66 بعده وكذلك تغير توزع المساحات المائية في منطقة الدراسة.

التوصيات والمقترحات:

1- منح موارد للبحث والتطوير، وتوفير البيانات وجعلها بمتناول الباحثين للوصول إلى نتائج دقيقة للأبحاث وبالتالي تطبيق حلول واقعية لتجنب الكوارث الناجمة عن التغير المناخي والتأقلم مع الكوارث التي لايمكن السيطرة عليها.

2- وضع نقاط وأولويات فيما يخص شبكات توليد الطاقة البديلة وتخزينها من أجل انتاج متوازن للطاقة، والتخلص التدريجي من الوقود الأحفوري.

3- توسيع نطاق التجارب المطبقة في مختلف المدن العالمية ونمذجتها للاستعانة بالابتكارات الهادفة الى التخفيف من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري، واعتماد مختلف الطرق للاستفادة من الابتكارات العلمية والتكنولوجية لمعالجة مشكلة التغير المناخي، وتشجيع القطاع الخاص على نصيب أكبر من المساهمة.

المصادر والمراجع:

- عبد السلام، عادل. (1989–1990). جغرافية سورية العامة. الطبعة الأولى. مطبعة الاتحاد، دمشق.
- القشطيني، إحسان. (1998). التوزيع المكاني والزماني للأمطار (الهطول) في العراق. مجلة الجمعية الجغرافية العراقية، العدد 37، العراق.
- موسى، علي. (1978). مناخ سورية. الطبعة الأولى. مطبعة الحجاز، دمشق.
- El-Fandy, M. G. (1946). Barometric Lows of Cyprus. Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society, 72(?), 291–306.
- Haleme, K. G., Ebrahim, J. A. A., Taleb, S. M. (2023). An Analytical Study of the Effect of Heat Waves on the Forest Cover in Latakia Region in Syria: A Case Study of the Damage and Forest Recovery Rate in the Al-Kurdaha and Riseeun Forests During the Period 1975-2022. Arab World Geographer, 26(3-4).
- Jacobeit, J. (1987). Variations of trough position and precipitation pattern in the Mediterranean Area. J. Climatol. 7, 453–476.
- Kornhuber, K., et al. (2019). Extreme weather events in early summer 2018 connected by a recurrent hemispheric wave-7 pattern. Environ. Res. Lett.14, 054002.
- Maheras, P., Flocas, H. A., Anagnostopoulou, C., & Patrekas, I. (2000). On the vertical structure of composite surface cyclones in the Mediterranean region. Theoretical and Applied Climatology, 71, 199–217.
- Nicolaides, K., Michaelides, S., & Karacostas, T. (2004). Spatial distribution of some dynamic parameters during the evolution of selected depressions over the area of Cyprus. Meteorologicaky ˇcasopis, 7, 61–66.
- Petterssen, S. (1956). Weather analysis and forecasting. New York: McGraw-Hill.
- Ridd, M. K. (1995). Exploring a V-I-S (Vegetation-Impervious surface-Soil) model for urban ecosystem analysis through remote sensing: comparative anatomy for cities. International Journal of Remote Sensing, 16(12), 2165-2185.

- Shay-El, Y., & Alpert, P. (1991). A diagnostic study of winter diabatic heating in the Mediterranean in relation to cyclones. Q. J. Roy. Met. Soc., 117, 715–74
- Zha, Y., Gao, J., & Ni, S. (2003). Use of normalized difference built-up index in automatically mapping urban areas from TM imagery. International Journal of Remote Sensing, 24(3), 583-594
- http://www.educationlibya.org/
- https://www.cpc.ncep.noaa.gov/
- https://www.emro.who.int/



أثر عاصفة دانيال في تسارع معدلات تطور الاخاديد وفقد التربة بالجزء الأعلى من حوض وادي الخروبة

دراسة في تأثير الظواهر المناخية المتطرفة على الموارد الطبيعية

أ. د. هويدي عبدالسلام الريشي
قسم الجغرافيا/ كلية الآداب/ جامعة بنغازي.
Hwaidi.errish@gmail.com

أ. عبدالعزيز خالد الصغير
قسم الجغرافيا/ كلية الآداب والعلوم– المرج/ جامعة بنغازي.
abdulaziz.khaled@uob.edu.ly

أ. هند عمر المصري
قسم الجغرافيا/ كلية الآداب والعلوم– المرج/ جامعة بنغازي.
hind.almasry@uob.edu.ly

الملخص:

خلال يومي العاشر والحادي عشر من شهر سبتمبر 2023م، ضربت عاصفة دانيال مساحات شاسعة من إقليم الجبل الأخضر، وتدفقت سيول مفاجئة قوتها غير معتادة عبر مجاري الأودية، نتج عنها خسائر كارثية في الأرواح والممتلكات بلغت ذروتها في مدينة درنة الواقعة على الحدود الشرقية لمجال تأثير العاصفة، كما أثرت السيول الجارفة على الموارد الطبيعية في مجاري أودية السفوح الجنوبية للجبل الأخضر، حيث جرفت الآلاف الأطنان من التربة التي تعمل على تنظيم التدفق السطحي بتخزين وترشيح المياه، وهي أيضاً العائل الرئيسي للغطاء النباتي ومستودعا للبذور الكامنة وتوفر موائل طبيعية لكثير من الحيوانات البرية، وبالتالي إي تدهور أو فقدان للتربة يعني تدمير الغطاء النباتي وزيادة فرص تدفق السيول وضياع البذور وتدهور الحياة البرية.

تهدف الدراسة إلى معرفة مدى مساهمة عاصفة دانيال في التأثير على مورد التربة من خلال استخراج كميات فقد التربة ونسب تراجع مساحات الأراضي المستغلة ومعدل نمو أخاديد التعرية. كما سوف تتناول الدراسة المتغيرات التي طرأت على أشكال هذه الأخاديد وتوزيعها بعد العاصفة.

تعتمد الدراسة على المسح الميداني والزيارات الحقلية لأخذ القياسات الخاصة بأخاديد التعرية لمعرفة اتساعها وعمقها ومعدل نموها وكميات فقد التربة التي نتج عنها، كما استخدمت تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية لمعرفة مدى انتشار الأراضي التي تعرضت للتعرية الأخدودية ورسم خرائط لها ومقارنتها بالتطور الذي حدث بعد عاصفة دانيال.

الكلمات المفتاحية: عاصفة دانيال، السيول، الموارد الطبيعية، تعرية التربة، اخاديد التعرية، التغيرات المناخية.

The impact of storm Daniel on the acceleration of erosion gullies development and soil loss in the upper part of the Wadi Al-Kharoubah basin

a study on the impact of "extreme climate phenomena" on natural resources

prof, Hwaidi A. Errishi
Geography department, Faculty of Arts, University of Benghazi
Hwaidi.errish@gmail.com

Abdulaziz K. Soghier
Assistant professor, Faculty of Arts and Science Al Marij, University of Benghazi
abdulaziz.khaled@uob.edu.ly

Hind Omr al Masri
Assistant professor, Faculty of Arts and Science Al Marij, University of Benghazi
hind.almasry@uob.edu.ly

Abstract

During the tenth and eleventh of September 2023, a storm named Daniel struck vast areas of the Al Jabal Al Akhdar “Green Mountain” region, a sudden and unusually powerful flash floods flowed through the wadis. This resulted in catastrophic loss of life and property, reaching its peak in the city of Derna, located on the eastern border of the storm's impact area. The flash floods also affected the natural resources in the southern slopes of the Al Jabal Al Akhdar, where thousands of tons of soil were washed away. This soil plays a crucial role in regulating surface water flow, storing and filtering water, and is also the main support for vegetation cover and a repository for dormant seeds, providing natural habitats for many wildlife species. Therefore, any deterioration or loss of soil means the destruction of vegetation cover, increased chances of flooding, loss of seeds, and degradation of wildlife.

The study aims to determine the extent to which storm Daniel contributed to the impact on soil resources by extracting the quantities of soil loss, the percentage of decrease in exploited land areas, and the rate of growth of erosion gullies. The study will also address the variables that occurred in the shapes and distribution of these gullies after the storm.

The study relies on field visits and field surveys to take measurements related to erosion gullies, to determine their length, width, depth, and growth rate, and the quantities of soil loss resulting from them. Remote sensing techniques and geographic information systems were also used to assess the extent of land affected by gully erosion, map them, and compare it to the changes that occurred after storm Daniel.

Key words: Daniel storm, Floods, Natural resources, Soil erosion, Gully erosion, Climate change.

المقدمة:

يمكن أن تتوسع الأخاديد الناتجة عن التعرية المائية بشكل كبير خلال الأمطار الغزيرة، فعلى سبيل المثال بالمنطقة الاستوائية يمكن للخندق أن ينمو حتى يصل إلى 100 متر خلال هطول مطرى واحد، وقد تكون لهذا الهطول عواقب خطيرة من حيث انجراف التربة وتطور واتساع الأخاديد (Vanmaercke et al., 2016)، تعد دراسة (Vanmaercke) هي الأولى التي قدمت أرقامًا دقيقة وأثبتت أن التغييرات في شدة الهطول ولو كانت صغيرة نسبيا يمكن أن تكون لها مساهمة كبيرة في توسع الأخاديد.

يأتي ذلك مع تحديات كبيرة تتوقع تغير مناخي معترف به على نطاق واسع، هذا التغير سيودي إلى ازدياد شدة الهطول في كثير من مناطق العالم، وبالتالي ستتضاعف معدلات توسع الخنادق، فمن المتوقع زيادة شدة الهطول بنسبة 10 إلى 15% بحلول عام 2060م في غرب أوروبا والولايات المتحدة، وفي إثيوبيا بأفريقيا قد تتضاعف معدلات تآكل الأخاديد حتى ثلاث مرات وسيتعدى تأثيرها السلبي على الزراعة وجودة المياه ليتضمن مشاكل متتابعة مثل الفيضانات الطينية وتدمير الطرق والبنية التحتية الأخرى (Vanmaercke et. al.,2016). الخطوة المهمة في دراسة (Vanmaercke) اقتراحه نموذج مفهوم بشكل أفضل من خلال البيانات المجمعة، يمكنه توقع نشؤ الأخاديد وتطورها في مناطق مختلفة من العالم مثل أوربا وأفريقيا، وبالتالي يمكن اتخاذ تدابير أكثر ملائمة فيما يتعلق بالحفاظ على التربة التي تتأكل من كوكب الأرض بما يعادل ملعب كرة قدم كل 5 ثوان وفي نفس الوقت يستغرق إنتاج 2 . 3سم منها 1000عام (منظمة الأغذية والزراعة، 215). بالإضافة لذلك قالت مؤسسة (كوبرنيكوس لمراقبة المناخ Coppernicus) التابعة للاتحاد الأوروبي إن ارتفاع درجات حرارة سطح البحر على مستوى العالم يؤدي إلى مستويات قياسية من الحرارة على كوكب الأرض، فالمحيطات امتصت 90% من الحرارة الزائدة الناتجة عن النشاط البشري منذ فجر العصر الصناعي، ويؤيد هذا الاتجاه (Nearing et al., 2005) حيث توقع زيادة معدل وشدة الهطول المطري مع التغير المناخي، وذلك بزيادة قدرة الجو على احتجاز الرطوبة، مما يؤدي إلى مضاعفة الدورة المائية وعمليات تعرية التربة المصاحبة لها على كوكب الأرض، وبما أن للمناخ دور رئيسي في تعرية التربة من خلال التغيرات في معدلات الهطول والتقلبات المتطرفة في

درجات الحرارة، سنحاول في هذه الدراسة توضيح تأثير التغيرات في الهطول المطري أثناء عاصفة دانيال على تعرية وفقدان مورد التربة بالمنطقة.

مشكلة الدراسة:

خلص فريق بحث دولي بقياد جامعة بازل (Basel university) إلى نشر نتائج نموذجية في المجلة العلمية PNAS مفادها أن فقدان التربة بسبب جريان المياه قد يزداد بشكل كبير حول العالم خلال الخمسين سنة القادمة بسبب تغير المناخ والتوسع في العمليات الزراعية.

إن تآكل التربة له عواقب بعيدة المدى فعلى سبيل المثال يؤدي إلى فقدان مورد التربة ويقلص مساحة الأراضي المستغلة ويدني إنتاجيتها الزراعية ويزيد قوة التدفق السطحي ويدمر الغطاء النباتي والحياة البرية، كما يوثر على بيئات الترسيب من خلال عمليات الإطماء الضخمة للأراضي الزراعية والرعوية والإنشاءات البشرية، وبالتالي يهدد إمدادات الغذاء العالمي، وبما أن معدلات السقوط المطري من المرجح سترتفع بسبب التغير المناخي في بعض مناطق العالم فمن المؤكد ستودي بدورها إلى ارتفاع مستويات تعرية التربة بشكل كبير جداً، ووفقا لذلك فان مشكلة البحث يمكن صياغتها على هذا النحو "هل التغير في معدل الهطول المطري أثناء عاصفة دانيال أدى إلى زيادة في معدلات تعرية التربة"؟

للإجابة على هذا السؤال وضعت الفروض التالية

1. يعد الاستغلال المكثف لموارد البيئة الطبيعة والتي نتج عنه تدمير وتدهور الغطاء النباتي الطبيعي في مقدمة الأسباب التي جعلت المنطقة ذات قابلية مرتفعة للتعرية.
2. أدت زيادة معدلات التساقط المطري خلال عاصفة دانيال إلى تعرية التربة بمعدلات غير مسبوقة.

أهداف وأهمية الدراسة:

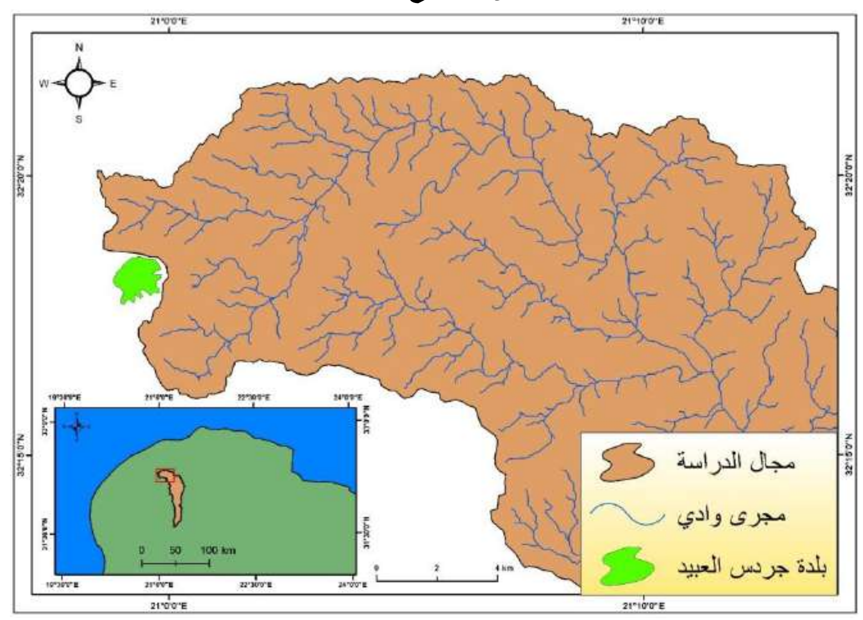
تهدف هذ الورقة إلى توضيح طبيعة التعرية الأخدودية قبل عاصفة دانيال ومعرفة التغيرات التي طرأت عليها بعد العاصفة نتيجة لارتفاع معدلات الأمطار وزيادة كمياتها، حتى يتم وضع مثل هذه الظواهر المناخية غير المعتادة في الحسبان عند وضع التدابير اللازمة للحفاظ على مورد التربة، خاصة بعد تأكيد جزء كبير من العلماء على زيادة وتيرة حدوث مثل هذه العواصف مع ارتفاع حرارة كوكب الأرض.




منطقة الدراسة:

تقع منطقة الدارسة في الجزء الغربي من السفح الجنوبي للجبل الأخضر ما بين خطي طول 20ْ,58َ-21ْ,14َ شرقا، ودائرتي عرض 32ْ,12َ-32ْ,21َ شمالا، وتمثل الأراضي العليا لحوض وادي الخروبة على ارتفاع يتراوح ما بين 660 م في المنابع عند خط تقسيم المياه شمالا بالقرب من بلدة جردس العبيد، وارتفاع 440 م على مستوى سطح البحر عند الحدود الجنوبية للمنطقة، بينما يبلغ مجموع مساحتها حوالي 268 كم إي ما يعادل 21.8 % من إجمالي مساحة الحوض، ويخترق أراضي المنطقة مجرى وادي الخروبة الرئيسي لمسافة تصل إلى 43كم ترفده خلالها شبكة من المجاري تتلقى النصيب الأكبر من كميات الأمطار التي يستقبلها الحوض شكل(1). تنمو في الأجزاء الشمالية الأكثر ارتفاعا بالمنطقة مجموعة أشجار وشجيرات العرعر والمتمثلة في نباتات البطوم والشماري والسخاب والزيتون والعلندة حيث تقل كثافتها كلما اتجهنا جنوبا حتى يقتصر وجودها على بعض نباتات العرعر المتفرقة التي تختفي تماما بالتوغل نحو الجنوب ليحل محلها مجموعة شجيرات قزمية تشمل نباتات الرمث والقزاح والشيح والقطف والشفشاف.

شكل(1) موقع المنطقة.



المصدر: فريق البحث بالاعتماد على برنامج ARC GIS 10.8.

الدراسات السابقة:

دفع أدراك الكثير من البحاث مدى خطورة مشكلة فقد مورد التربة إلى الخوض في هذا الموضوع، الأمر الذي نتج عنه الكثير من الدراسات على المستوى العالمي والإقليمي والعالمي، كان لها أثر عظيم في إثراء البحث العلمي، وفيما يلي عرض مختصر لأهم نتائج الدراسات التي تناولت موضوع البحث بشكل خاص على المستوى المحلي من الأقدم إلى الأحدث.

1- دراسة المؤسسة السوفيتية سلخوزبروم اكسبورت 1980م (Selkozprom Export, 1980)، استهدفت هذه الدراسة الأراضي التي يزيد معدل أمطارها السنوي 200ملم، حيث بلغت مساحتها 3ملايين هكتار، بهدف إنتاج خرائط بمقياس 1:50000 لأنواع ودرجات التعرية وأصناف التربة وقدرتها الإنتاجية، وبينت أن 70.7% من مجموع المساحة المدروسة معرضة للتعرية سواء عن طريق المياه أو الرياح أو لاثنين معاً.

2- دراسة جبريل مطول1995م، تناولت هذه الدراسة موضوع التعرية المائية على المنحدرات الشمالية للجبل الأخضر، وبينت دور عوامل التعرية المختلفة في زيادة حدة التعرية، والمتمثلة في المناخ والطبوغرافيا والغطاء النباتي واستعمالات الأرض، وأكدت على أهمية الأمطار وخصائصها كأبرز أسباب التعرية بالمنطقة.

3- دراسة جبريل مطول2006م، ركزت هذه الدراسة على التقييم الأولي لانتشار التعرية الأخدودية على طول مجرى وادي أم الجرفان – النوفلية، وبينت أن أجزاء كثيرة من الأقاليم الجافة وشبه الجافة تعاني من انتشار التعرية الأخدودية، وذلك لما تتصف به من عدم انتظام في معدلات سقوط الأمطار وتربة فقيرة في محتواها العضوي، يضاف إلى ذلك استخدام الأنسان غير المخطط للأراضي أدى مع مرور الزمن إلى التأثير على الغطاء النباتي الضعيف أصلاً، وأصبحت التربة مكشوفة وعرضة للنقل والجرف بواسطة السيول التي يتكرر حدوثها بتكرار السنوات غزيرة لأمطار نسبياَ، والنتيجة كانت تكون شبكة من الاخاديد العميقة تمتد لمسافات طويلة على طول مجاري الأودية.

4 – دراسة جبريل مطول وهويدي الريشي 2007م، اهتمت هذه الدراسة بالبحث الأولي في ظروف نشأة التعرية الأخدودية وأهم الأثار الناتجة عنها في مجرى وادي الخروبة، وتوصلت إلى أن تدهور الغطاء النباتي خاصة في المجاري العليا من الوادي والناتج عن توسع النشاط

الرعوي والزراعي يشكل العامل الأكثر أهمية في تغير خواص الجريان السطحي، وتأتي عوامل مثل انتشار ممرات عبور الحيوانات وبعض الأليات على أرضية الوادي وطريقة إعداد الأرض للزراعة كعوامل ثانوية، ووضحت مجموعة من الأثار السلبية لتكون الاخاديد مثل تقليص مساحة الأرض المستخدمة في الرعي والزراعة البعلية وفقد التربة.

5 - دراسة عبد العزيز الصغير 2010م، ناقشت هذه الدراسة أسباب انتشار التعرية الأخدودية والنتائج المترتبة عليها على طول مجرى وادي الخروبة، وتوصلت إلى إن الاستغلال المكثف لموارد البيئة الطبيعية من أهم الأسباب التي جعلت المنطقة ذات حساسية عالية للتعرية، وان خصائص سقوط الأمطار ودرجة الانحدار وقابلية التربة للتعرية من أهم الأسباب الطبيعية التي أدت تعرية التربة، كما بينت بعض الأثار الناتجة عن انتشار التعرية، والمتمثلة في فقد كميات كبيرة من التربة وتقليص مساحة الأراضي وصعوبة استغلالها وتدمير الغطاء النباتي واطماء بيئات الترسيب.

من خلال عرض الدراسات السابقة يتبين لنا على الرغم من أهميتها حول لفت الانتباه لمشكلة خطيرة تطال الأجيال القادمة متمثلة في فقد مورد من موارد الطبيعة الهامة، إلا أنها لم تتطرق لتأثير الظواهر المناخية المتطرفة مثل عاصفة دانيال على تسارع عمليات فقد التربة، وهنا تكمن أهمية هذه الدراسة.

الإجراءات المنهجية:

تنوعت طرق جمع وتحليل وعرض البيانات والمعلومات التي اعتمدت عليها هذه الدراسة وفقاً لما يلي:

أولاً: الجانب المكتبي:

1- الكتب والدوريات والبحوث العلمية التي اهتمت بمشكلة الدراسة، وأيضاً التي تناولت القضايا البيئية ذات الصلة بالموضوع.

2- البيانات والإحصائيات والخرائط الصادرة عن الشركات والمؤسسات والمكاتب الاستشارية التي لها علاقة بموضوع الدراسة.

3- نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد، وذلك من خلال استخدام برنامجي GIS 10.8 Arc Map Google Earth لرسم خرائط المنطقة وأخاديد التعرية

قبل وبعد العاصفة دانيال، بالإضافة لذلك تم تمثيل بعض البيانات المتحصل عليها بيانياً بغرض توضح الظواهر.

ثانياً: الجانب الميداني:

بيانات هذه الدراسة تحتم جمع قسم كبير منها حقلياً وقد تم ذلك وفقاً للخطوات التالية:

1- قبل حدوث عاصفة دانيال كان لفريق البحث زيارة علمية للمنطقة إجراء خلالها قياسات على أخاديد التعرية في العديد من المواقع بهدف معرفة كميات فقد التربة ومساحات الأراضي المنتزعة من أرض المجرى، وكانت القياسات على النحو التالي

أ . استخراج مساحة الاخاديد عن طريق المعادلة التالية:

متوسط عرض الاخدود (م) × طول الاخدود (م)= مساحة الاخدود ($م^2$)

وبتقسيم الناتج على 10000 يتم الحصول على المساحات بالهكتار.

ب . حساب كميات فقد التربة وفقاً للمعادلة الأتية

متوسط عرض الاخدود (م) × طول الاخدود (م) × متوسط (م) = الفاقد من التربة ($م^3$)

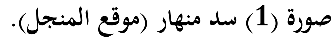
وباستخدام قيمة نسبية للتربة مقدارها 1.5 طن / 1$م^3$ نستطيع تحويل حجم التربة من ($م^3$) إلى (طن).

2- بعد عاصفة دانيال مباشرةً قام فريق البحث بزيارة المنطقة وتم اختيار 4 مواقع لها مراجع زمنية لبداية نشؤ الاخاديد تتمثل في 4 سدود تم انهيارها على التوالي سنة 1990م، صورة (1).

ثم أخذت جميع القياسات سالفة الذكر على الاخاديد التي تم اختيارها، وذلك لمعرفة حجم التغيرات في فقد التربة ومساحة الاخاديد بعد عاصفة دانيال.

وبتقسم كميات فقد التربة ومساحة الاخاديد على مساحة الأراضي التي تمتد فيها الاخاديد نحصل على كميات ومساحات الفقد في وحدة المساحة، وأيضاً بتقسم الكمية والمساحة المفقودة في كل وحدة مساحة على عدد السنوات المقدرة لنشؤ الاخاديد تم الحصول على الفاقد من التربة ومساحات الأراضي بصيغة (طن/هكتار/سنة) . ($م^2$/هكتار/سنة).

بالإضافة لكل ما سبق تم تدوين العديد من الملاحظات الميدانية للتعرف على الأثار التي سببتها الاخاديد، وأيضاً التعرف على أشكال التعرية الأخدودية وتحديد أماكن انتشارها، بالإضافة إلى معرفة حالة الغطاء النباتي، كما تم التقاط العديد من الصور الفوتوغرافية خلال الفترة الواقعة ما بين 17 أغسطس . 16 سبتمبر 2023م لتوضيح بعض المظاهر ذات الصلة بالموضوع، وكذلك تم أجراء بعض المقابلات مع سكان المنطقة لاستيفاء بعض المعلومات والتعرف على أسلوب استغلال المنطقة خاصة في الماضي.



صورة (1) سد منهار (موقع المنجل).



المصدر: الدراسة الميدانية.

المبحث الأول

طبيعة التعرية الأخدودية بالمنطقة قبل عاصفة دانيال

تعد منطقة الدراسة من ضمن أهم الأراضي الرعوية بالجبل الأخضر، ويغلب على مظهر سطحها العام تموجات من المرتفعات والسفوح، تنتشر فوقها صخور عارية تتخللها تربة ضحلة تعول غطاء نباتي فقير تنخفض كثافته بالاتجاه جنوباً، تخترق هذه الأراضي الوعرة شبكة من مجاري الأودية الضيقة، تتميز قيعانها بتربة عميقة نسبياَ، مما جعلها أراضي مفضلة للزراعة البعلية والرعي، وكنتيجة للاستغلال المكثف لهذه المساحات المحدودة ظهرت مشكلة التعرية الأخدودية، الأمر الذي نتج عنه فقدان كميات كبيرة من التربة وتقليص مساحات الأراضي وصعوبة استغلال ما تبقى منها.

بداية ظهور التعرية الاخدودية بالمنطقة:

تشير الكثير من المعطيات على حداثة ظهور التعرية الاخدودية بالمنطقة، فبالإضافة إلى تأكيدات سكان المنطقة المحليين على أن هذه الاخاديد لم تظهر بالمنطقة إلا في منتصف عقد الثمانيات من القرن الماضي، فقد قامت مؤسسة سلخوزبروم اكسبورت السوفيتية سنة 1980م (Selkozprom Export, 1980) بدراسة تفصيلية شملت المنطقة لتحديد أنواع ودرجات التعرية، وكانت نتائجها فيما يخص منطقة الدراسة، عدم تأثر هذه الأراضي بالتعرية الاخدودية مع مظاهر تعرية صفائحية خفيفة ومتوسطة في بعض أراضي مجاري الأودية، إلى جانب معدلات مختلفة من التعرية على المرتفعات والسفوح ذات الترب غير المتطورة، فمن الطبيعي لن تتجاهل مثل هذه الدراسة أخاديد تعرية يتجاوز عرضها عشرات الأمتار وطولها عشرات الكيلو مترات إذ لم تكن موجودة أصلاً.

انتشار التعرية الاخدودية بالمنطقة:

تصيب التعرية الاخدودية معظم مجاري أودية المنطقة، حيث تصل نسبة أطوال المجاري المتضررة 87.2% في حين لا تشكل نسبة أطوال المجاري غير المتضررة سوى 12.2% من المجموع الكلي لأطوال المجاري (شكل2)، هذه الأخاديد تتطور سنوياً وتزيد من تفاقم المشكلة.





شكل (2) انتشار التعرية الاخدودية بالمنطقة.

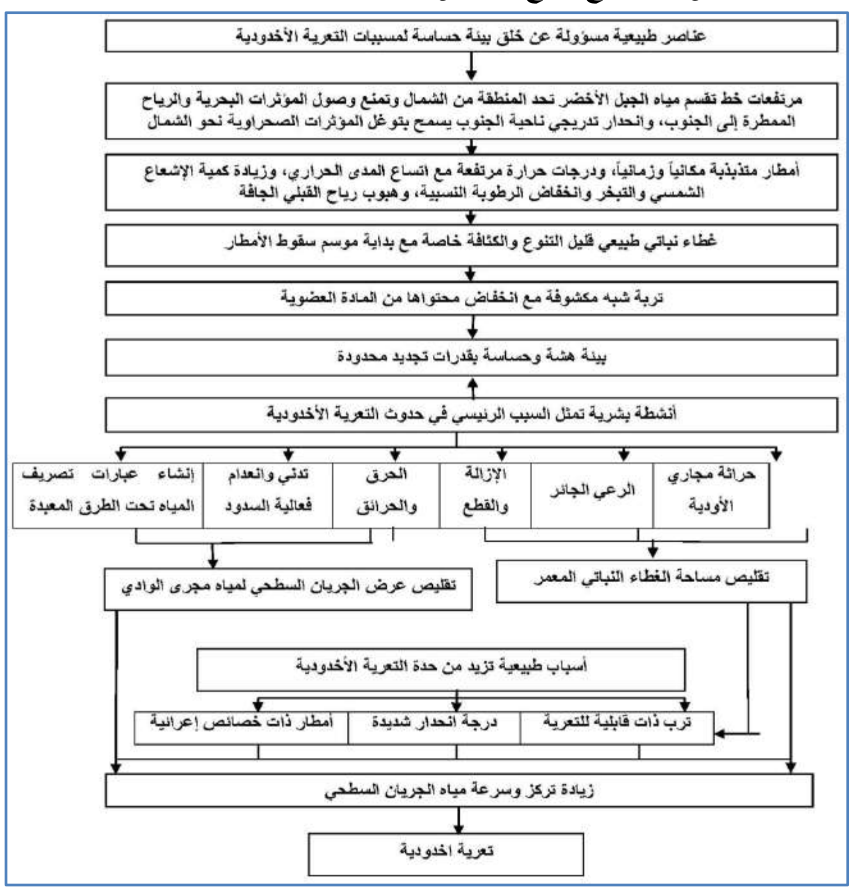


المصدر: فريق البحث باستخدام برنامجي Arc Map 10.8 . Google Earth.

أسباب التعرية الأخدودية بالمنطقة:

يرتبط تكوين أخاديد التعرية بالجريان السطحي المركز الذي يكون أكثر سرعة وعمقاً من الجريان المنتشر، الأمر الذي يزيد قدرته على حمل المواد ونحر التربة، حيث يبدأ تكون الأخدود من الموضع التي تتمكن فيه مياه الجريان من حفر التربة في نقطة تعرف (براس الأخدود أو مقدمته)، (جبريل مطول وهويدي الريشي،2007م)، ففي منطقة الدراسة تتظافر عدة عوامل طبيعة وبشرية لتكون نتائج عملها جريان مركز قادر على نحر التربة، وقد يتداخلان في معظم الأحيان بشكل يصعب فيه التفريق بينهما، فاذا كانت أنشطة الأنسان تمثل السبب الرئيس في ظهور هذه المشكلة، فإن العوامل الطبيعية هي المسؤولة عن قيام نظام شديد الحساسية لمسببات التعرية الأخدودية بالإضافة إلى أنها هي المحرك الأساسي لتزايد حدتها وانتشارها شكل (3).

شكل (3) نموذج يوضح آلية عمل مسببات التعرية الاخدودية بالمنطقة.



المصدر: عبد العزيز الصغير 2010م.

أولاً: الأسباب البشرية:

يمكن إجمال الأنشطة البشرية التي تؤدي إلى التعرية الاخدودية بالمنطقة في مجموعتين، الأولى تعمل إلى زيادة قابلية الأراضي للتعرية، وذلك من خلال تدمير الغطاء النباتي الطبيعي وزيادة تدهور التربة، وتشمل حراثة مجاري الأودية والرعي الجائر وقطع النباتات وإزالتها والحرق المتعمد وحرائق الإهمال، بينما المجموعة الثانية هي التي تؤدي إلى زيادة سرعة الجريان السطحي، وتتمثل في تدني أو انعدام فعالية السدود وعبارات تصريف المياه تحت الطرق المعبدة، ففي هذه المواضع يتقلص عرض التدفق ويزداد تركيزه وسرعته ويبدأ في تعميق مجراه لتعويض ما فقده من العرض فيعمل على تخديد الأراضي.

ثانياً: الأسباب الطبيعية:

في ظل الأنشطة البشرية غير المدروسة بالمنطقة يتعاظم دور الأسباب الطبيعية وتعمل على تسريع عمليات التعرية وزياد حدتها وانتشارها، ومن أهم هذه الأسباب خصائص سقوط الأمطار التي يصل معدلها السنوي بالمنطقة 333ملم فهي في معظمها إمطار أعصارية مفاجئة شديدة السقوط، وبما أن كمية معينة من الأمطار تسقط خلال ساعة واحد تكون لها قدرة على إحداث تعرية فيما لو سقطت في ثلاثة أو أربعة ساعات، فان أمطار المنطقة لها قدرة مرتفعة على تعرية التربة، كما أن طول مدة سقوط الأمطار تتبعه زيادة في كميتها، وبالتالي فأن الأمطار التي تستمر فترة طويلة حتى ولو كانت بشدة منخفضة لابد أن تحدث جرياناً سطحياً وتعرية أخدودية، كذلك يحدد التوزيع الفصلي للأمطار ما اذا كانت الكمية السنوية سوف تتسبب في تعرية أم لا، حيث أن التوزيع المتجانس للأمطار على جميع فصول السنة يؤدي إلى تطور غطاء نباتي خضري طوال فترة سقوط الأمطار بإمكانه حماية التربة، أما توزيع أمطار منطقة الدراسة والذي يتركز في شهور معينة من السنة عادةً ما يخلق ظروف تصبح فيها التعرية أكثر حدوثاً، وبالإضافة لخصاص الأمطار فأن لدرجة الانحدار تأثير بالغ الأهمية، فالأراضي شديدة الانحدار أكثر عرضة للتعرية المائية مقارنة بالأرض المنبسطة، وذلك لسبب واضح هو أن زيادة درجة انحدار الأرض تؤدي إلى زيادة في سرعة اندفاع مياه الجريان السطحي، وبالتالي تقل فرص ارتشاحها وتتعاظم قدرتها على النحت والنقل، حيث أن بمضاعفة درجة الانحدار مرة واحدة تتضاعف قدرة المياه على النقل 32 مرة (دي زخار 1990)،

وأيضاً تعد قابلية التربة للتعرية من أهم الأسباب الطبيعية التي تعمل على تسريع عمليات التعرية، فمن المعروف أن مقدار التعرية المائية يعتمد على العلاقة بين تأثير قوة المياه على النحت من ناحية، وعلى مدى مقاومة التربة لهذه القوة من ناحية أخرى، وبالتالي عندما تكون قدرة الماء كعامل تعرية ثابتة فأن قابلية التربة للتعرية ستكون العامل المحدد لشدة التعرية، وبما أن تربة المنطقة ذات قوام يتراوح بين طمي طيني سلتي، فهي ناعمة القوام وتتصف بمعدل رشح منخفض يزيد من فرص حدوث الجريان والتعرية (عبدالعزيز الصغير 2010).

المبحث الثاني

أثر دانيال على تسارع معدلات تعرية التربة بالمنطقة

وقعت منطقة الدراسة في الجزء الغربي من مجال عاصفة دانيال، وبالرغم من أن الخسائر لم تكن بفداحة ما وصلت إليه في العديد من مناطق شرق الجبل الأخضر، إلا إنها تسببت في إخلال بيئي كبير لا يمكن إهماله، تمثل في فقد آلاف الأطنان من مورد التربة الذي يطال تأثير فقدانه أجيال قادمة، ومن الأنسب قبل دراسة هذا التأثير توضيح بعض خصاص سقوط الأمطار بالمنطقة والتغيرات التي طرأت عليها خلال عاصفة دانيال.

بعض خصائص الأمطار بالمنطقة:

شأنها شأن شمال ليبيا تسقط الأمطار على منطقة الدراسة غالباً نتيجة لمرور منخفضات جوية على البحر المتوسط من الغرب إلى الشرق، وبالتالي فهي لا تسقط بصورة مستمرة منتظمة، وإنما سقوطها يكون متقطعاً تبعاً لمرور المنخفضات الجوية ومدي قوتها وضعفها، وهي بذلك يغلب عليها الطابع الإعصاري الذي يسقط على شكل وابل فجائي في فترات زمنية قصيرة، حيث يصل المعدل السنوي لكميات سقوط الأمطار إلى 333.3ملم تمثلها محطة جردس جدول (1) . شكل (4)، تتوزع هذه الكمية على فصول السنة كما يلي:

جدول (1) معدل الأمطار الفصلي والسنوي وأثناء دانيال بالمنطقة.

المحطة	فصل الشتاء		فصل الربيع		فصل الصيف		فصل الخريف		المعدل السنوي (ملم)	معدل دانيال (ملم)
	المعدل الفصلي (ملم)	النسبة (%)	المعدل الفصلي (ملم)	النسبة (%)	المعدل الفصلي (ملم)	النسبة (%)	المعدل الفصلي (ملم)	النسبة (%)		
جردس	77.1	69.5	13	11.7	2	1.8	18.8	17	333.3	193

المصدر: بيانات المؤسسة الفرنسية أرلاب (ARLAB) . محطة قياس أمطار جردس.

شكل (4) المعدل الفصلي والسنوي وكمية أمطار دانيال (ملم) بالمنطقة.



المصدر: بيانات الجدول (1).

- **فصل الشتاء**: يغلب المطر الشتوي على المنطقة، فيسقط ما يزيد عن 69.5% من مجموع الأمطار السنوية في الشتاء، وبمعدل يصل إلى 77.1ملم.
- **فصل الربيع**: ينخفض نصيب أمطار فصل الربيع من نسبة المطر السنوي مقارنة بفصلي الشتاء والخريف، فلا تزيد نسبتها عن 11.7%، وبمعدل فصلي لا يتجاوز13 ملم.
- **فصل الصيف**: يكاد ينعدم المطر الصيفي تماماً في منطقة الدراسة إلا من بعض الأمطار النادرة إذ لا تتجاوز نسبة الأمطار الصيفية 1.8% من المجموع السنوي للأمطار، وبمعدل فصلي لا يتجاوز 2ملم.
- **فصل الخريف**: يحتل المطر الخريفي المركز الثاني، حيث تبلغ نسبة الأمطار الخريفية 17% من أجمالي الأمطار السنوية، ويصل معدلها الفصلي 18.8ملم.

خصائص عاصفة دانيال بالمنطقة:

قد لاحظ عدد من علماء وخبراء المناخ والأرصاد الجوية أن تغير المناخ لعب على الأرجح دورًا مهمًا في زيادة شدة دانيال والتي بدورها أدت إلى انجراف الآلاف الأطنان من التربة، حيث قامت دراسة أجرتها مجموعة World Weather Attribution, (2023) في الأيام التي تلت الكارثة بفحص العوامل المؤثرة على العاصفة، واستنتجت أن مثل هذا الحدث المطري في شرق ليبيا كان من المتوقع أن يحدث مرة واحدة فقط كل 300 إلى 600 عام، إلا أن العوامل المرتبطة بتغير المناخ والمتمثلة في ارتفاع متوسط درجة الحرارة

العالمية بمعدل 1.2 درجة مئوية، جعلت كوكب الأرض أكثر دفئا مما كان عليه قبل الثورة الصناعة (أي قبل عام 1750)، وقد صاحب هذا التغير زيادة كميات الأمطار في ليبيا بنسبة 50%، كما أكدت (Lizzie Kendon, 2023) أستاذة علوم المناخ في جامعة بريستول، على إن العاصفة دانيال توضح نوع السيول المدمرة التي قد نتوقعها بشكل متزايد في المستقبل مع ارتفاع حرارة العالم.

في منطقة الدراسة وصلت مقدمة عاصفة دانيال الحدود الشمالية في السادسة من صباح يوم الأحد 10 سبتمبر 2023م تصاحبها رياح وأمطار تزداد شدتها بمرور الوقت وتوغل مجال العاصفة نحو الجنوب الشرقي، وعند الساعة الثامنة صباحاً تولد جريان أخدودي (داخل أخاديد التعرية) في مجاري الأودية، ومع الساعة الحادية عشر ونصف صباحاً تمركزت العاصفة فوق المنطقة واشتدت الأمطار والرياح وتحول الجريان الأخدودي إلى جريان بعرض مجرى الوادي ثم ازداد عمقه، وفي الرابعة مساءً تجاوز ارتفاع التدفق السطحي بالمجرى الرئيسي جسر وادي الخروبة على ارتفاع 7متر، واستمر الجريان بهذه الوتيرة حتى انهار الجسر الساعة الخامسة ونصف مساءً، وعند الساعة السابعة انخفضت شدة الرياح وسقوط الأمطار بشكل ملحوظ وبدأ جريان الأودية ينخفض عمقه تدريجاً حتى رجع إلى عمقه المعتاد حوالى 2.1م عند الساعة الحادية عشر مساءً مع استمرار انخفاض شدة سقوط الأمطار بمرور الوقت، واستمر جريان الوادي بعرض المجري حتى الساعة السابعة من صباح يوم لاثنين 11 سبتمبر 2023م، حيث تجاوز مجال العاصفة منطقة الدراسة، وتوقفت الأمطار وتراجع الجريان إلى أخدودي مرة أخرى، ثم توقف تماماً الساعة الحادية عشر صباحاً من نفس اليوم، وقد بلغت كمية هذ التساقط 139 ملم بمحطة جردس، إي ما يعادل 57.9% من المتوسط السنوي للأمطار ويتجاوز أعلى المعدلات الفصلية مطراً والمتمثلة في فصل الشتاء بقيمة 77.1ملم، وقد تسببت هذه الكمية من الأمطار في تسارع غير مسبوق بمعدلات فقد التربة وتطور الاخاديد، وذلك كما يلي

أولاً: أثر دانيال في تطور أخاديد التعرية:

تعاني منطقة الدراسة من تسارع تطور الاخاديد حتى قبل عاصفة دانيال، حيث يصل المعدل إلى 61.7م^2/هكتار، ولكن أثناء دانيال حصل تطور كبير جداً وغير معتاد في مساحات أخاديد التعرية على حساب الأراضي المستغلة وصل معدله العام في جميع مواقع

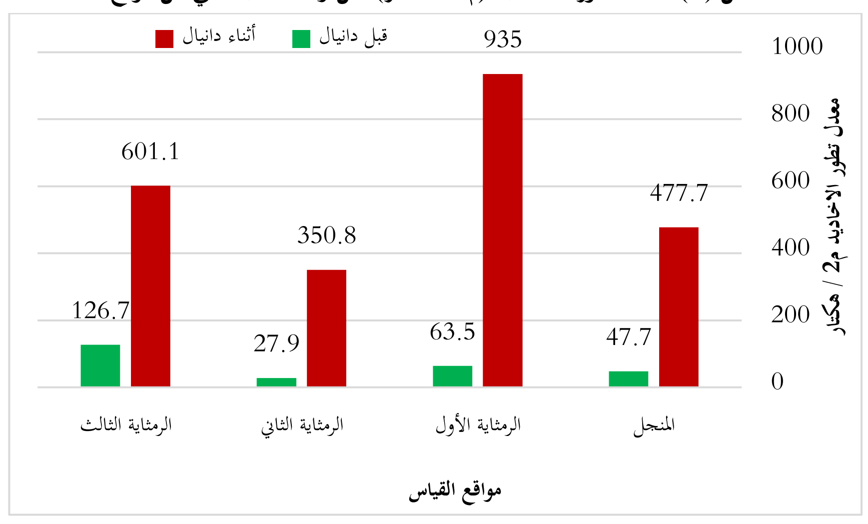
القياس إلى 529م²/هكتار خلال 24 ساعة فقط، جدول (1) . شكلين (4)، (5) ويتباين هذا المعدل تبعاً لاختلاف ظروف موقع القياس كما يلي

جدول (2) مساحات ومعدل تطور الاخاديد قبل وأثناء دانيال.

الموقع	المساحة (هكتار)	أجمالي مساحة الاخاديد بالموقع (م²)	تطور الاخاديد الناتج عن 33 سنة		تطور الاخاديد الناتج عن دانيال	
			المساحة (م²)	معدل التطور (م²/ هكتار/ سنة)	المساحة (م²)	معدل التطور (م²/ هكتار/ دانيال)
المنجل	8	16377.9	12555.9	47.5	3822	477.7
الرمثاية الأول	13.3	40341.5	27896.1	63.5	12445.4	935
الرمثاية الثاني	36	45892.7	33260.7	27.9	12632	350.8
الرمثاية الثالث	20	95709.4	83687.4	126.7	12022	601.1
المجموع	77.3	198321.5	157400.1	61.7	40921.4	529

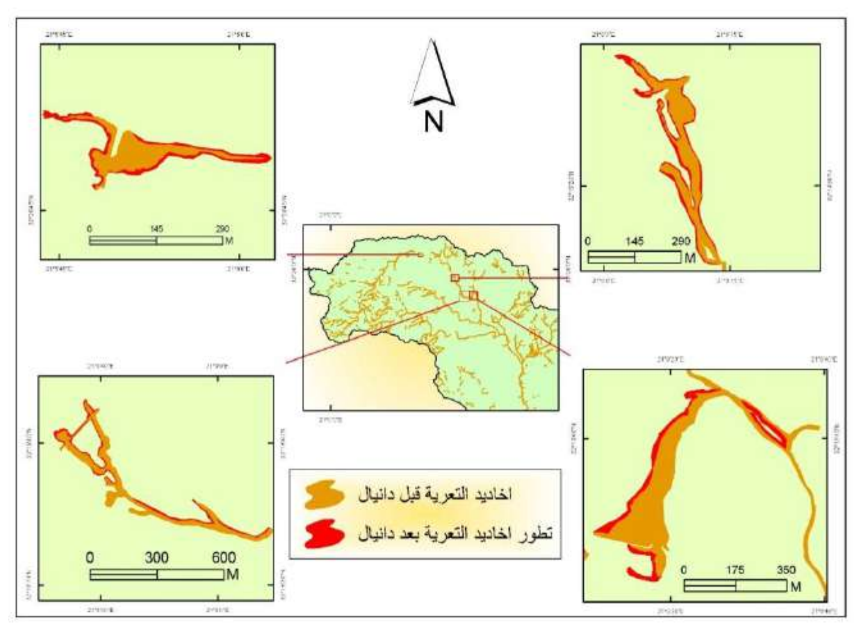
المصدر: القياسات الحقلية واستخدام برنامج Google Earth.

شكل (5) معدل تطور الاخاديد (م² / هكتار) قبل وأثناء دانيال في كل موقع.



المصدر: بيانات الجدول (1)

شكل (6) أخاديد التعرية قبل وبعد دانيال.



المصدر: بيانات الجدول رقم (1). Arc Map 10.8 . Google Earth.

– موقع المنجل:

بلغ معدل تطور الاخاديد في هذا الموقع 477.7م^2/هكتار خلال عاصفة دانيال فقط، في حين لم يتجاوز هذا المعدل 47.5م^2/هكتار/سنة قبل العاصفة، وتعتبر ثاني أقل قيمة سجلت في مواقع القياس، وسبب انخفاض معدل تطور الاخاديد نسبياً، بالرغم من وقوعه في الأراضي الأكثر أمطاراً، هو انخفاض مساحة حوضه التجميعي، حيث يستقبل كميات اقل من المياه مقارنة بالمواقع الأخرى، بالإضافة إلى زيادة عمق الاخاديد التي تستوعب الكميات القليلة، وبالتالي يقل النحت الجانبي المؤثر في مساحة الاخاديد ويرتفع النحت الراسي، صورة (2).

– موقع الرمثاية الأول:

أحتل هذا الموقع المرتبة الأولى من حيث تطور الاخاديد أثناء عاصفة دانيال، حيث بلغ معدل نموها 935م^2/هكتار، نظراً لوقوعه أسفل مجرى ضيق من ارض الوادي يعمل على تقليص عرض التدفق وزيادة تركيزه وسرعته ومن ثم قدرته على أحداث التعرية، بالإضافة إلى كثرة الروافد التي تزوده بالتدفق السطحي، أما قبل دانيال أحتل هذا الموقع المرتبة الثانية بمعدل




63.5م^2/هكتار/سنة، وذلك بسبب احتمالية وقوعه في مجال العواصف الممطرة، وبالتالي يستقبل مياه التدفق من المجرى الرئيسي فقط نتيجة سقوط الأمطار في الشمال، بينما أثناء دانيال وقع داخل مجال العاصفة واستقبل التدفق من جميع الروافد التي تنتهي إليه، صورة (3).

صورة (2) أخدود عميق بجوانب جرفية (موقع المنجل).



المصدر: الدراسة الميدانية.

صورة (3) أخدود واسع وعميق (موقع الرمثاية الأول)



المصدر: الدراسة الميدانية.

– موقع الرمثاية الثاني:

سجل هذا الموقع أدنى قيم لمعدل تطور الاخاديد مقارنة بالمواقع الأخرى، حيث بلغ أثناء دانيال 350.8م^2/هكتار، بينما قبل العاصفة سجل معدل 27.9م^2/هكتار/سنة، ويرجع سبب انخفاض المعدلات إلى اتساع أرض الوادي بهذا الموقع، الأمر الذي يسمح بانتشار مياه التدفق السطحي، وبالتالي يقل تركيزها وقدرتها على أحداث التعرية، صورة (4).

– موقع الرمثاية الثالث:

قبل دانيال تربع هذا الموقع على أعلى قيمة لتطور الاخاديد تصل إلى 126.6م^2/هكتار/سنة، وذلك بسبب وقوعه أسفل المواقع السابقة وبالتالي زيادة مساحة حوضه التجميعي من ناحية، وضحالة عمق التربة التي نتج عنها زيادة النحت الجانبي من ناحية أخرى، بينما احتل المرتبة الثانية أثناء دانيال بمعدل 601.1م^2/هكتار، نتيجة لوصول اتساع الاخاديد إلى إحدى جوانب الوادي الرئيسي الأكثر انخفاضاً بعد جرف تربته بشكل شبه كامل، بينما اقتصر النحت على إحدى الجوانب التي لاتزال بها تربة، صورة (5).


صورة (4) اخدود ضحل (موقع الرمثاية الثاني).



المصدر: الدراسة الميدانية.

صورة (5) اخدود واسع وضحل (موقع الرمثاية الثالث).



المصدر: الدراسة الميدانية.

مما سبق يتضح أن عاصفة دانيال وما صاحبها من كميات كبيرة في سقوط الأمطار قد ساهمت في تطور مساحة الاخاديد على حساب الأراضي المستغلة، بما يعادل مساهمة 20 سنة من التعرية المتسارعة، وتتحكم خصائص الموقع في مدى زيادة حدتها.

ثانياً: أثر عاصفة دانيال على فقد التربة:

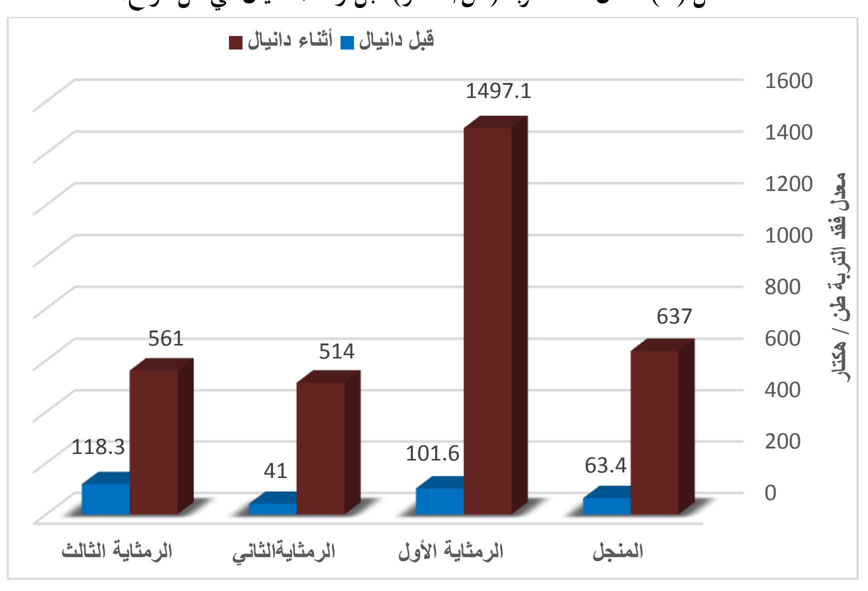
نتج عن عاصفة دانيال ضياع كميات كبيرة من التربة تجاوزت بكثير المعدل السنوي لفقد التربة بالمنطقة لفترة 33 سنة، جدول(1) . شكل(4)، حيث تسببت هذه العاصفة في فقد 54756 طن من التربة في مساحة لا تتجاوز 77.3هكتار مقسمة إلى 4 مواقع منفصلة، وهذا يعني أن ضياع التربة أثناء العاصفة قد وصل إلى 708.3طن/هكتار، في الوقت الذي كان فيه معدل الفقد السنوي 73.8/طن/هكتار، وهو أيضاً ضمن المعدلات المرتفعة بسبب ما تعانيه المنطقة من تعرية متسارعة أصلاً، فالقاعدة العامة تعتبر فقد التربة الذي يتجاوز10/طن/هكتار/ سنة، مؤشراً خطيراً (هوسنبيلر 2000م)، ورغم ذلك فان كميات فقد التربة التي حصلت أثناء دانيال فاقت جميع التوقعات، سنوضح معدلاتها في كل موقع قياس، لعلنا نتحصل على نتائج أكثر دقة، وذلك كما يلي

جدول (3) كمية ومعدل فقد التربة قبل وأثناء دانيال.

الموقع	المساحة (هكتار)	أجمالي الفقد بالموقع (طن)	الفقد الناتج عن 33 سنة		الفقد الناتج عن دانيال	
			مجموع الفقد (طن)	معدل الفقد (طن/هكتار/سنة)	مجموع الفقد (طن)	معدل الفقد (طن/هكتار/دانيال)
المنجل	8	21837.2	16741.2	63.4	5096	637
الرمثاية الأول	13.3	64546.3	44633.7	101.6	19912.6	1497.1
الرمثاية الثاني	36	67309.2	48782.3	41	18526.9	514
الرمثاية الثالث	20	89335.1	78108.2	118.3	11220.5	561
المجموع	77.3	243027.8	188265	73.8	54756	708.3

المصدر: القياسات الحقلية.

شكل (7) معدل فقد التربة (طن/هكتار) قبل وأثناء دانيال في كل موقع.



المصدر: بيانات الجدول

– موقع المنجل:

بهذا الموقع وصل معدل فقد التربة عندما ضربت عاصفة دانيال إلى 637 طن/هكتار، وأحتل المرتبة الثانية في مواقع القياس نتيجة زيادة حدت النحت الراسي، وبالتالي زيادة عمق الاخاديد ومعدل فقد التربة حتى مع انخفاض معدل تطور مساحتها، أما قبل العاصفة فقد جاء في المرتبة قبل الأخيرة بمعدل 63.4 طن/هكتار/سنة، نتيجة انخفاض مساحة حوضه التجمعي وتدني كميات التدفق.

– موقع الرمثاية الأول:

أثناء دانيال سجل هذا الموقع أعلى معدل لفقد التربة حيث وصل إلى 1497.1طن/هكتار، أما قبل فقد سجل أيضاً كمية مرتفعة من فقد التربة جاءت بالمركز الثاني بمعدل 101طن/هكتار/سنة، ويرجع سبب ارتفاع المعدلات إلى زيادة ارتفاع سمك التربة واتساع الاخاديد، بالإضافة لكثرة الروافد وبالتالي زيادة كمية التدفق.

– موقع الرمثاية الثاني:

في هذا الموقع سجلت أدنى قيم لفقد التربة حيث بلغت أثناء دانيال 514طن/هكتار، بينما كانت قبل العاصفة 41 طن/سنة، وذلك بسبب اتساع عرض الوادي وضحالة التربة فيه وفي نفس الوقت انخفاض معدل تطور الاخاديد.

– موقع الرمثاية الثالث:

قبل دانيال بلغ فقد التربة بهذا الموقع 118.8 طن/هكتار، وهي أعلى قيمة من بين جميع مواقع القياس، نتيجة لاتساع مساحة حوضه التجميعي وبالتالي زيادة كميات التدفق وتعرية التربة، بينما جاء في المرتبة الثالثة خلال عاصفة دانيال بمعدل 561طن/هكتار، بسبب توقف عمليات النحت في إحدى جوانب الوادي نظراً لظهور الصخر الأصلي وفقد تربته بالكامل.

من هذا العرض يبين لنا أن عاصفة دانيال وخلال 24 ساعة فقط، ساهمت بشكل كبير في فقد الأف الأطنان من التربة يعادل ما تفقده هذا الأراضي خلال 22 سنة من التعرية الشديدة.

النتائج والتوصيات:

أولاً: النتائج:

1 . تعاني منطقة الدراسة من تسارع في عمليات التعرية حتى قبل حدوث عاصفة دانيال.

2 . ساهمت عاصفة دانيال بارتفاع معدلات تطور الأخاديد وفقد التربة بشكل غير مسبوق.

3 . لخصائص الموقع دور رئيسي في تباين معدلات تسارع التعرية من مكان لأخر.

ثانياً: التوصيات:

1. تشجيع الدراسات التي تهتم بالبحث في تأثير الظواهر المناخية المتطرفة على الموارد الطبيعية.

2 . أنشاء برنامج وطني متكامل مهمته الأساسية الحفاظ على مورد التربة، يعمل على استحداث محطات قياس للأمطار والتدفق السطحي ومعالجة أخاديد التعرية.

3 . عند وضع أي خطط مستقبلية تهدف إلى الحفاظ على مورد التربة، يجب أن يوضع في الحسبان ما يمكن أن تحدثه الظواهر المناخية المتطرفة مثل دانيال حتى نتجنب أثارها المدمرة.

4 – تعتبر ممارسات الحفاظ على التربة وإعادة التشجير والتخلي عن الزراعة المروية هي تدابير فعالة للحد من تآكل التربة وانجرافها وتعريتها في ظل ظروف المناخ المستقبلية.

المصادر والمراجع:

- زخار، دي (1990) تعرية التربة، ترجمة نبيل إبراهيم الطيف وحسوني جدوع، (بغداد: وزارة التعليم العالي والبحث العلمي).
- هوسنبيلر، ر.أ. (2000) علم التربة: أساسيات وتطبيقات، ترجمة فوزي محمد الدومي، البيضاء: منشورات جامعة عمر المختار، الطبعة الأولى.
- الصغير، عبد العزيز خالد (2010) أسباب انتشار التعرية الاخدودية ونتائجها على طول مجرى وادي الخروبة في جنوب الجبل الأخضر، دراسة ماجستير غير منشورة، جامعة قاريونس، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة بنغازي.
- علي، جبريل مطول (2006) "الدراسة الأولية لتقييم انتشار التعرية المائية الأخدودية على طول مجرى وادي أم الجرفان–النوفلية"، (بحث غير منشور) مقدم للمؤتمر الجغرافي العاشر، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة سبها، (سبها)، ديسمبر.
- علي، جبريل مطول و الريشي، هويدي عبد السلام (2007)، انتشار التعرية الأخدودية في قيعان أودية جنوب الجبل الأخضر: دراسة أولية في ظروف النشأة وأهم الآثار الناتجة عنها (مثال وادي الخروبة)، (بحث غير منشور)، مقدم للمؤتمر الجغرافي الحادي عشر، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة عمر المختار، (البيضاء)، أبريل.
- منظمة الأغذية والزراعة (2015)، الأمم المتحدة، منشورات.

- Ali, G. M. (1995) "Water Erosion on the Northern Slope of Jabal Akhdar of Libya", Unpublished Ph.D. thesis, Durham University.
- Vanmaercke M, Poesen J, Van Mele B, Yermolaev, O. (2016). How fast do Gully head cuts retreat? Earth-Science Reviews, 154; .336-355.
- Nearing et al., (2005) Modeling response of soil erosion and runoff to changes in precipitation and cover. Catena (2005). Volume 61, Issues 2–3, 30.
- Eekhout, J. P.C. and De Vente, J. (2022) Global impact of climate change on soil erosion and potential for adaptation through soil conservation. Earth Science Reviews 226.

- Pasquale Borrelli, P., Robinson, D. A., Panagos. P. and Ballabio,C.
- Borrellia,B.P., Robinsonc, D.A, Panagosd, P., Lugatod,E., Yangb, J.E., Alewella, C., Wueppere, D., Montanarellad, L., and Ballabio, C. (2020) Land use and climate change impacts on global soil erosion by water (2015-2070) PNAS, September 8, 2020,vol. 117, no. 3.
- Lizzie Kendon (2023) university of Bristol.
- Copernicus Atmosphere Monitoring Service: The Copernicus Atmosphere Monitoring Service (CAMS) provides consistent and quality-controlled information related to air pollution and health, solar energy, greenhouse gases and climate forcing, everywhere in the world.
- Justin Rowlatt (2023) Climate editor, BBC News. World Weather Attribution a group of scientists supported by the International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies.
- Professor Liz Stephens, Red Cross, Red Crescent Climate Centre and the University of Reading. (2023).
- Selkozprom Export (1980) Soil Studies in the Eastern Zone of the S.P.L.A.J, Soil- Ecological Expedition. Tripoli.
- A. R. L. B. (1980) Complementary Investigations of Surface Groundwater and Climatological survey, (Libya).

أخطار الجريان السيلي في بعض الروافد الشمالية لمنخفض وادي الشاطئ

د. شوقي شحدة أحمد ناصر

أستاذ مساعد بقسم الجغرافيا/ كلية الآداب/ جامعة سبها

sha.nasser@sebhau.edu.ly

الملخص:

تقع منطقة الدراسة (وادي الشاطئ) في جنوب ليبيا، إلى الشمال الشرقي من مدينة سبها، وهي منطقة صحراوية شديدة الجفاف، ومع ذلك فإنها تحصل في حالات متباعدة (سنوات عديدة) على كميات من الأمطار تتسبب في جريان السيول ولا سيما في الأودية الكبيرة نسبياً، وينتج عنها أخطار تصيب الإنسان وممتلكاته.

يهدف البحث إلى توضيح الأخطار الناجمة عن الجريان السيلي لأكبر روافد منخفض وادي الشاطئ الشمالية المنحدرة من سفوح جبل فزان (جبل الحساونة) شمالاً نحو منخفض وادي الشاطئ جنوباً. وذلك لتجنب حدوث أي خسائر في الأرواح والممتلكات في المستقبل.

وتتمحور مشكلة البحث في تحديد أحواض التصريف للأودية المذكورة، واستخلاص خصائصها الهيدرولوجية المتعلقة بالجريان، ومن ثم تحديد المناطق المعرضة لأخطار الجريان السيلي ودرجات الخطورة في هذه المناطق.

ويعتمد البحث على المنهجين الوصفي والتحليلي استناداً إلى التقنيات المكانية مثل تحليل نماذج الارتفاعات الرقمية والمرئيات الفضائية باستخدام برمجيات نظم المعلومات الجغرافية.

وتشير النتائج إلى وجود أخطار للجريان السيلي في جميع روافد وادي الشاطئ الشمالية المدروسة وهي: وادي زقزة (الجزعة – قمم)، ووادي تاروت (امبارك)، ووادي (الزوية) ووادي دبدب ووادي أدرار، وتتمثل الأخطار في تدمير الطرق وبعض المنشآت البشرية مثل حظائر الحيوانات وبعض المباني والخطر على المزارع الموجودة في بطون الأودية. وتبين أن أخطر الأودية تتمثل في وادي زقزة ووادي الزوية ووادي دبدب التي تتمثل فيها جميع الأخطار، أما وادي تاروت فتقتصر الأخطار فيه على الطرق والمزارع، في حين اقتصرت الأخطار على الطرق فقط في وادي أدرار.

الكلمات المفتاحية: أخطار الجريان السيلي، جيومورفولوجية الأودية الصحراوية، وادي الشاطئ، جبل فزان، جبل الحساونة

Flash Floods Hazards in some of the northern tributaries of the Wadi al-Shati depression

Shawqi S. A. Nasser
Assistant Professor, Department of Geography, Faculty of Arts, Sebha University
sha.nasser@sebhau.edu.ly

Abstract

The study area (Wadi Al-Shati) is located in southern Libya, to the northeast of the city of Sebha. It is a very dry desert area. However, it receives, on separate occasions (many years), quantities of rain that cause flash floods to flow, especially in relatively large valleys. This results in hazards to local residents and their property .The research aims to clarify the hazards resulting from the torrent flow of the largest northern tributaries of the Wadi al-Shati Depression, descending from the slopes of Jabal al-Hassawna (Mount Fezzan) in the north towards the Wadi al-Shati Depression in the south. This is to avoid any loss of life and property in the future. The research problem focuses on identifying the drainage basins of the mentioned valleys, extracting their hydrologic characteristics related to runoff, then identifying areas exposed to the hazards of torrent runoff and the degrees of danger in these areas. The research relies on descriptive and analytical approaches based on spatial techniques such as, analysis of digital elevation models and satellite images, using GIS software. The results indicate that there are hazards from torrent flow in all of the studied northern tributaries of Wadi Al-Shati, namely Wadi Zegza (Al-Jaza'a - Gegam), Wadi Taruot (Imbarak), Wadi (Al-Zuwaiya), Wadi Dabdab and Wadi Adrar. The hazards include the destruction of roads and some human facilities such as animal pens and some buildings, in addition to farms. The most dangerous wadies were: Zegza, Al-Zuwaiya and Dabdab, where all types of hazards occur, but Wadi Taruot has hazards on roads and farms, while the only hazard exists in Wadi Adrar is on roads.

***key words*:** Flash Flood Hazards, Geomorphology of desert Wadis, Wadi Al-Shati, Jabal Fezzan (Al-Hassawna).

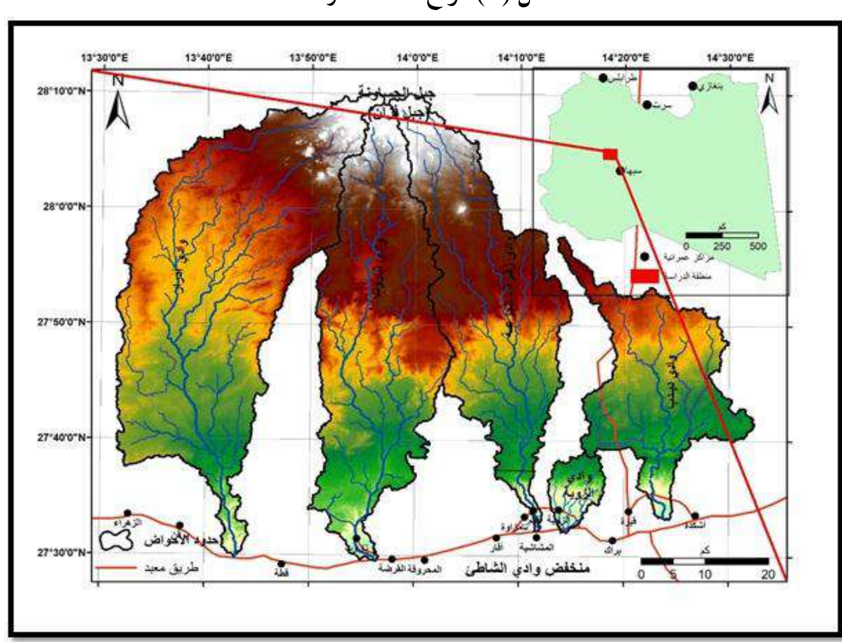




مقدمة:

يقع منخفض وادي الشاطئ في جنوب ليبيا، في الجزء الشمالي من إقليم فزان، إلى الشمال من مدينة سبها عاصمة فزان الحالية (جنوب غرب ليبيا)، ويبعد عنها قرابة 60كم، كما يبعد عن العاصمة طرابلس قرابة 600كم، (شكل 1) وهو منطقة اشتهرت بالزراعة منذ القدم، ولا سيما زراعة النخيل. وتوجد في الوادي العديد من المدن والقرى من أكبرها براك والقرضة، وبلغ عدد سكان الوادي حوالي 78563 نسمة عام 2006م (الهيئة العامة للمعلومات، 2008)، وقرابة 80000 عام 2012م (مصلحة الإحصاء والتعداد، 2012)، ومن المتوقع أن يكون تجاوز 100000 نسمة في الوقت الحالي (2023).

شكل (1) موقع منطقة الدراسة.



وعلى الرغم من شهرة المنخفض باسم وادي الشاطئ فإنه في الواقع منخفض مغلق، وهو يعد أقل مناطق فزان ارتفاعاً، ولو قدر للمياه أن تجري في معظم مناطق فزان فإنها ستصب في هذا المنخفض، الأمر الذي كان يحدث إبان عصور المطر منذ نهاية عصر الميوسين عندما تكونت كتلة الهروج البركانية وفصلت بين فزان والبحر (Busrewil, 2012)، ويعتقد أن الجريان في فزان تحول من التصريف الخارجي نحو خليج سرت الكبير،

إلى تصريف داخلي نحو بحيرة فزان الكبرى (Megafazzan Lake) التي تكونت في المنخفض المذكور وامتدت إلى مناطق مجاورة من فزان (Drake et. al, 2012). وتعرضت هذه البحيرة للجفاف التدريجي في أواخر البلايستوسين، وآخر أجزائها كانت تشغل مكان سبخة قاع المنخفض الحالية.

ويمتد هذا الوادي (المنخفض) في اتجاه عام من الغرب إلى الشرق لمسافة تزيد عن 150كم. ويبلغ أقصى عرض له قرابة 50كم، وهو منخفض مغلق بيضاوي الشكل يأخذ امتداداً عاماً من الغرب إلى الشرق، وتقع أخفض نقاطه في الوسط تقريباً إلى الجنوب من بلدة محروقة ويبلغ ارتفاعها 265م فوق مستوى سطح البحر. ويحد هذا المنخفض من الشمال هضبة قرقف (Gargaf)، ومن خلفها جبل فزان (جبل الحساونة)، الذي ترتفع أعلى قممه لأكثر من 1120م حسب نموذج الارتفاع الرقمي (SRTM 1)، ومن الجنوب رمال الزلاف التي تمثل الجزء الشرقي من أدهان أوباري (بحر رمال أوباري)، وترتفع أعلى كثبانها إلى ما يزيد عن 560م. أما من الشرق والغرب فيتداخل منخفض الوادي تدريجياً مع الأراضي الصحراوية المجاورة؛ لذلك لا تظهر له حدود واضحة.

وحافة قرقف هي حافة مرتفعة نسبياً تقطعها الأودية المنحدرة من السفوح الجنوبية لجبل فزان (جبل الحساونة) البركاني.

وتنحدر إلى قاع المنخفض العديد من الأودية المختلفة في أطوالها ومساحات أحواض تصريفها، وأهم هذه الأودية هي تلك التي تنحدر إليه من الشمال. وتجري هذه الأودية بانحدارٍ كبيرٍ قرب قمم جبل الحساونة ما يلبث أن يتحول إلى انحدارٍ قليلٍ في أراضٍ صحراوية هضبية تتخللها بعض المرتفعات المتبقية عن التعرية أو التلال البركانية، لكنها تقطع الحافة في نقاط تجديد شديدة الانحدار ناتجة عن صلابة صخور تكوين الحساونة ومقاومتها للنحت المائي.

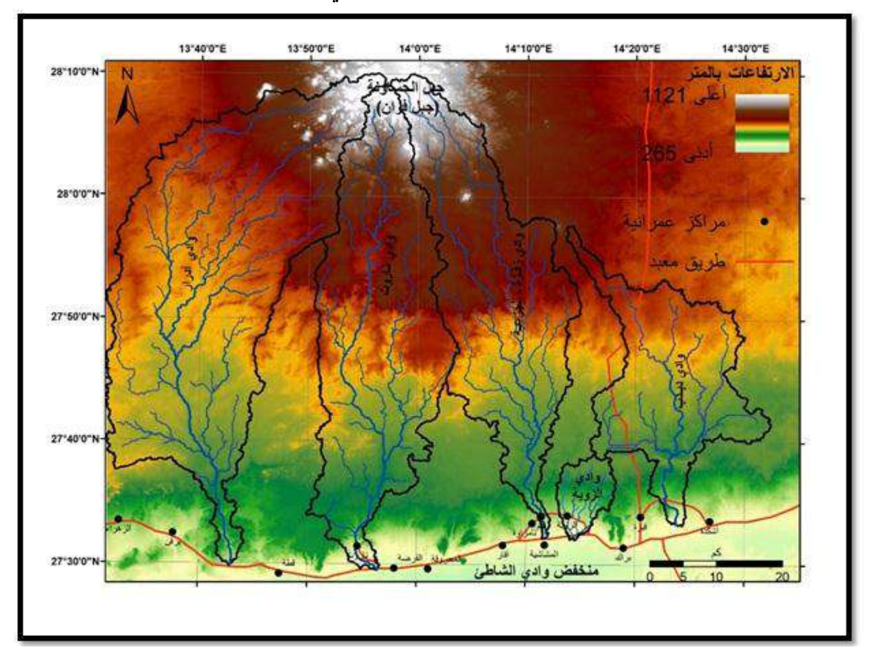
وتمتلك هذه الأودية مجارٍ واضحة، وأحواض تصريف كبيرة، بالإضافة إلى أنها تجري في بيئة صخرية قليلة النفاذية وذات انحدار كبير في كثير من أجزائها، مما يزيد من كمية الجريان السطحي. (شكل 2)

ومن أهم هذه الأودية وادي زقزة (يسمى في جزئه الأوسط وادي الجزعة، وفي جزئه الأدنى (وادي ققم)، وتبلغ مساحة حوضه قرابة 900كم^2، وهو من أكثر هذه الأودية




جرياناً، وأخطرها على المنشآت البشرية.

شكل (2) الارتفاعات وشبكة التصريف في الأودية المدروسة.



ومن الأودية الشمالية الكبيرة وادي تاروت (ويسمى في جزئه الأعلى وادي امبارك)، الذي يمر بالبلدة المسماة بالاسم نفسه، وتبلغ مساحة حوضه أكثر من 1037كم^2، وتجري المياه فيه أحياناً إلى أن تصب في قاع المنخفض. وهو لم يشكل خطورة كبيرة من الناحية التاريخية.

وفي الجزء الشرقي من وادي الشاطئ يوجد وادي دبدب ويجري إلى الشرق من بلدة قيرة، بينها وبين بلدة أشكدة، وتبلغ مساحة حوضه قرابة 532كم^2، وهو أصغر من سابقيه ولم يشكل خطراً كبيراً على المنشآت البشرية سابقاً، فعندما سال عام 1978م دمر الطريق الزراعي، وفي عام 2018م سال ولم يسبب أضراراً تذكر (منصور عويدات، مقابلة: 2023). وفي الوقت الحالي تم استغلال بعض الأراضي في مجرى الوادي كمزارع.

أما في الجزء الغربي من وادي الشاطئ فيجري وادي أدرار الذي تبلغ مساحة حوضه أكثر من 1550كم^2، وهو بذلك أكبر الأودية الشمالية من حيث مساحة حوض التصريف، وعلى الرغم من ذلك فهو لم يشكل خطراً يذكر على المنشآت البشرية سابقاً؛

حيث يجري في جزئه الأدنى في منطقة خالية من السكان والنشاط البشري بين بلدتي قطة وبرقن.

وهناك وادٍ صغير المساحة وقصير المجرى لكنه يشكل خطراً على المنشآت البشرية، وهو وادي الزوية. وعلى الرغم من صغر مساحة حوضه البالغة 82كم^2 فقط، فإن هذا الوادي تسبب في خسائر فادحة عندما فاض على منطقة الزوية (قرية صغيرة إلى الشرق من تامزاوة وإلى الشمال الشرقي من براك) في عام 1952م، وعام 1983م (بوحسن، مقابلة: 2023). ويرجع الأمر في خطورته إلى أن سكان القرية المذكورة قد أقاموا منازلهم وبعض حظائر ماشيتهم في مسارات جريان الوادي القديمة، ظناً منهم أنه لن يجري فيها أبداً.

وقد أدى حدوث كوارث السيول في المناطق الجافة وشبه الجافة إلى اهتمام الحكومات والباحثين بدراسة أخطار السيول وطرق تجنبها في تلك المناطق. وتركزت الدراسات والجهود في ليبيا على المناطق الساحلية والجبلية المجاورة لها؛ لأنها أكثر أمطاراً وتكراراً في جريان السيول من المناطق الجنوبية التي يندر فيها الجريان السيلي، ولا سيما الخطير والمدمر منه. وقامت الحكومات الليبية بإقامة العديد من السدود على مجاري الأودية الكبيرة التي كانت تفيض على المدن الليبية، وذلك لحمايتها من الفيضان كما في وادي المجينين الذي كان يهدد مدينة طرابلس ووادي القطارة في بنغازي ووادي درنة الذي حدثت فيه الكارثة الأخيرة (سبتمبر 2023).

وفي المناطق الجنوبية لم تقم الحكومات الليبية بإقامة أية منشآت للحماية من الجريان السيلي باستثناء عبارات المياه تحت بعض الطرق الرئيسية في نقاط التقائها بالأودية؛ ويرجع السبب في ذلك إلى الندرة الشديدة لحدوث السيول المدمرة في هذه المناطق. وبعد حدوث فيضانات السيول في غات وجوارها (يونيو 2019) برز التفكير الجدي في إقامة منشآت للحماية من الفيضان، لكن لم ينفذ شيء حتى الآن (2023م).

وبعد كوارث غات 2019 ودرنة 2023 برزت الحاجة إلى تحديد أخطار الجريان السيلي في الأودية الصحراوية والتحذير من تلك الأخطار حتى لو لم تشهد أي جريان خطير طوال عشرات السنين، فقد تبين أن الهطول المطري قد يكون كبيراً بحيث لا يمكن توقع حجم الجريان، ولا يمكن الاعتماد على سجلات الهطول السابقة. وبمجرد وجود حوض تصريف وشبكة جريان يمكن أن يتعرض الحوض لهطول مطري يؤدي إلى جريان مدمر. ولحسن الحظ

أتاحت التقنيات الحديثة الفرصة لإجراء تحليلات دقيقة وحساب مساحات أحواض التصريف وتحديد مجاري الأودية، مما يساعد على تحديد المناطق الأكثر عرضةً لخطر الجريان السيلي.

في السنوات الأخيرة نشطت الدراسات الجيومورفولوجية للأودية في ليبيا اعتماداً على نماذج الارتفاعات الرقمية (DEMs)، وركزت بعض هذه الدراسات على التحليل المورفومتري والهيدرولوجي لشبكات تصريف تلك الأودية، ولا سيما في الأجزاء الشمالية من ليبيا. ومن هذه الدراسات، دراسة (الضراط، أ 2020) لحوض وادي بو القمل بالجبل الأخضر، ودراسة (لشهب وآخرون 2021) لحوض وادي طبرقاية في الجبل الأخضر، ودراسة (فرغلي وأمين 2022)، ودراسة (لشهب وآخرون 2022) لحوض وادي النوم بالجبل الأخضر، ودراسة (بحر 2022) لحوض وادي تماسلة شمال غرب ليبيا. ودراسة (سعد وعوض 2020) لحوض وادي درنة.

وهناك دراسات جيومورفولوجية عامة لأحواض الأودية مثل دراسة (صالح ويحي 2022) لحوض وادي السهل الغربي بالبطنان، ودراسة (ناصر 2017) لجيومورفولوجية منخفض وادي تنزوفت.

واهتمت بعض الدراسات بتقدير الجريان السطحي في الأودية، مثل دراسة (الرياني وآخرون 2019) لبعض أحواض الأودية في شمال غرب ليبيا، ودراسة (الضراط، ب 2020) لوادي الكراث قرب طبرق، ودراسة (اقنيبر وبلق 2021) لتقدير حجم الجريان السطحي بحوض وادي تنزوفت خلال يوم واحد من عاصفة يونيو 2019 المطرية، ودراسة (بن طاهر 2022) لتقدير حجم السيول بوادي القطارة قرب بنغازي.

كما ناقشت بعض الدراسات موضوع أخطار الجريان السيلي وطرق الحماية مثل السدود المقامة على الأودية، مثل دراسة (أبو راس وآخرون 2020) لتأثير السدود التعويقية في أودية جنوب الجبل الأخضر، ودراسة (ناصر 2023) لأخطار السيول في منطقة غات وطرق تجنبها، ودراسة (الصويعي 2022) لتقييم اختيار موقع بحيرة سد وادي زارت شمال غرب ليبيا.

يلاحظ من معظم الدراسات السابقة أن التركيز كان على المناطق الشمالية من ليبيا، وهو أمر مفهوم؛ فالمناطق الساحلية أكثر مطراً، والجريان فيها أكبر حجماً وأكثر تكراراً من

المناطق الجنوبية الصحراوية. ومع الاعتراف بالحقائق السابقة، ينبغي الإشارة إلى أن الجريان السيلي في أعماق الصحراء القاحلة يحدث على فترات متباعدة قد تصل إلى عشرات السنوات، لكنه يكون مدمراً في أحيان نادرة، وربما يرجع السبب في خطره إلى فجائيته النابعة من ندرة حدوثه وتطاول الزمن بين تكراراته، فيألف الناس انقطاعه ويطمئنون إلى الأودية فيقتربون منها تدريجياً إلى أن يقيموا في مجاريها، ولا يستيقظون إلا وقد باغتهم السيل، ولات حين مندم.

مشكلة البحث:

على الرغم من ندرة الجريان السطحي في منطقة الدراسة، فإنها تشهد جرياناً قوياً وخطيراً في أحيانٍ نادرةٍ وعلى فترات متباعدةٍ قد يفصل بين كل جريان وآخر عدة أعوام. ومع ذلك فإننا لا يمكن أن نغفل عن أخطار ذلك الجريان الفجائي الذي يمكن أن يعرض حياة البشر وممتلكاتهم للخطر. لذلك يركز البحث على توضيح الأخطار الناتجة عن الجريان السيلي في بعض روافد منخفض وادي الشاطئ الشمالية، وتحديد أكثر الأماكن والمنشآت البشرية تعرضاً للخطر، وذلك من أجل اتخاذ الاحتياطات اللازمة لتجنب الخطر والتقليل منه قدر الإمكان.

ويحاول البحث الإجابة على الأسئلة التالية:

1- ما هي الأخطار الناتجة عن الجريان السيلي في المنطقة؟

2- أين تقع الأماكن المعرضة للخطر؟

3- ما هي درجات الخطورة في تلك الأماكن؟

4- ما هي الإجراءات التي يمكن اتباعها لتجنب أخطار الجريان السيلي في المستقبل؟

الفرضيات:

1- تتمثل الأخطار في تدمير الطرق والمزارع وزرائب الحيوانات والمباني المقامة في مسارات جريان الأودية الحالية والقديمة.

2- توجد الأماكن الأكثر خطراً من ناحية التعرض للجريان السيلي في بطون الأودية الدنيا بعد تجاوز الأودية لحافة المنخفض الشمالية إلى الشمال من طريق وادي الشاطئ الرئيسي.

3- هناك علاقة بين مجاري الأودية الحالية والقديمة ومدى القرب من المجرى وشدة الخطر.

أهمية البحث:

يمثل هذا البحث أول دراسة علمية لأخطار الجريان السيلي في منطقة وادي الشاطئ، ويسلط الضوء على مشكلة لم تلق اهتماماً يذكر في المناطق الجنوبية من ليبيا. ويعتمد البحث على وسائل تقنية متطورة لدراسة المشكلة، ويقدم حلولاً عملية لتجنب أخطار الجريان السيلي في هذه المنطقة المهمة من إقليم فزان.

المنهجية والأدوات:

يعتمد البحث على المنهجين الوصفي والتحليلي في دراسة الجريان السيلي، ويستخدم برنامج نظم المعلومات الجغرافية (Arc GIS) لتحليل نماذج الارتفاعات الرقمية من نوع (SRTM1) بدقة مكانية 30م في استخلاص مجاري الأودية وشبكات تصريفها وأحواضها وإجراء التحليلات الهيدرولوجية عليها، وقد تم الاعتماد على لوحتين متجاورتين من هذا النموذج في المنطقة. كما يعتمد البحث على المرئيات الفضائية للقمر الصناعي الأوربي (Sentinel2) في تحليلات الغطاء الأرضي، وكذلك على المرئيات التي يستخدمها برنامج (Google Map) مثل: (Airbus, CNES, Airbus Maxar Technologies) ذات دقة الوضوح البصري العالية.

طريقة تحديد المناطق الخطرة:

لتحديد المناطق المعرضة لخطر السيول تم الاعتماد على مرئيتين فضائيتين متجاورتين من القمر الصناعي الأوربي (Sentinel2) بتاريخ شهر يناير 2024م، بدقة مكانية قدرها 10م، حيث تم دمج النطاقات الطيفية (B2+B3+B4) لتكوين مرئية ملونة بالألوان الطبيعية، ثم إجراء التحليلات عليها لاستخلاص مناطق بطون الأودية اعتماداً على اختلاف الانعكاس الطيفي منها عن بقية المناطق المجاورة، بالإضافة إلى تحديد المناطق المبنية في بطون تلك الأودية. كما تم استخراج المساحات الزراعية باستخدام مؤشر الاختلاف الخضري (NDVI) اعتماداً على الحزمتين الطيفيتين (B4 – B8) باستخدام المعادلة التالية:

$NDVI = \frac{NIR-RED}{\mathrm{NIR}+RED}$ وباستخدام النطاقات الطيفية للقمر Sentinel2 تصبح المعادلة $NDVI = \frac{\mathrm{B8-B4}}{\mathrm{B8+B4}}$

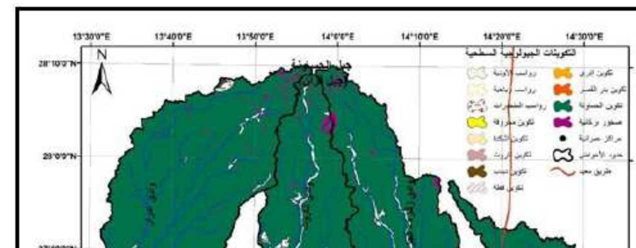
وقد تم كل ذلك في بيئة نظم المعلومات الجغرافية باستخدام برنامج (Arc GIS 10.3).

جيولوجية المنطقة:

يمثل حوض وادي الشاطئ جزءًا من الطرف الشمالي لحوض مرزق الجيولوجي، الذي يمتد من أطراف جبل الهروج الأسود شرقًا إلى جبال تاسيلي غربًا، ومن جبل فزان (الحساونة) ومرتفع قَرْقَف شمالًا إلى أقدام جبال تبستي جنوبًا.

ويتكون قاع منطقة الدراسة من تكوينات جيولوجية تنتمي إلى عصور جيولوجية متعاقبة منذ العصر الكمبري حتى العصر الحاضر، حيث تتعاقب التكوينات الجيولوجية من الأقدم إلى الأحدث بالاتجاه من الشمال إلى الجنوب بشكلٍ عام (شكل 3)؛ وذلك بسبب بروز كتلة جبل فزان (جبل الحساونة) النارية الجرانيتية في الطرف الشمالي لمنطقة الدراسة حيث يبدأ جريان معظم الأودية المدروسة، وحول قمم هذا الجبل الجرانيتية تنتشر الاندساسات والطفوح والمخاريط البركانية البازلتية ومخاريط الفونوليت التي ترجع إلى عصري الأوليجوسين والميوسين. ويعتقد أن الاندفاعات البركانية في منطقة الجبل حدثت قبل 15.7-24.9 مليون سنة، أي أنها أقدم من مثيلاتها في جبل السودا والهروج (Busrewill and Oun,1991). وتتميز المناطق البركانية بارتفاعها وشدة انحدارها مما يساعد على الجريان السطحي للمياه ويقلل من الرشح، لذلك ففي كثير من الأحيان يحدث الجريان قرب القمم ولا يبتعد كثيراً حتى يتوقف بسبب قلة الانحدار واتساع الأودية بالبعد عن القمم.

شكل (3) جيولوجية المنطقة.



ويغطي تكوين الحساونة الجزء الأكبر من أحواض الأودية بنسبة 80.2% من المساحة الكلية، وهو بذلك أوسع التكوينات الجيولوجية انتشارًا في حوض التصريف حيث يغطي مساحة تقارب 3109كم^2 منتشراً في الجزأين الشمالي والأوسط للمنطقة. ويتراوح سمك صخوره من 50–400م وهو يتكون من الكوارتزيت والحجر الرملي الناعم والحجر الرملي الغريني وتتخلله طبقات رقيقة من الطين البني والأبيض (Cepek 1980) . وبسبب صلابة صخوره فإن المنطقة التي يتكشف فيها تمثل هضبةً تبدو كثيرة التضرس والتموج وتنتشر فيها التلال التي تمثل قممها كتلًا كبيرة من الأحجار الرملية الشديدة التماسك والعارية تماماً من أي تربة أو مفتتات مما يسهل عملية الجريان السطحي.

وإلى الجنوب من تكوين الحساونة تظهر تكوينات بئر القصر وإدري والقطة وتتكون من الأحجار الرملية والطينية والغرينية، وتشبه في صلابتها تكوين الحساونة، وفي نهاياتها الجنوبية تظهر في بعض الأماكن حافة وادي الشاطئ الشمالية. ويليها جنوباً تكوينات الدبداب وتاروت وأشكدة وهي تتميز بغناها بخام الحديد (مركز البحوث الصناعية، 1984)، وبأن صخورها أضعف من التكوينات السابقة؛ لذلك فلا توجد في مناطق تكشفها مظاهر بارزة إلا ما ندر، وفي هذه المناطق تتسع الأودية بعد اجتيازها الحافة الجنوبية لمنخفض وادي الشاطئ، كما توجد هنا المراكز العمرانية والمناطق الزراعية.

أما بطون الأودية فتغطيها رواسب الرباعي الحديثة، المتمثلة في رواسب الأودية القديمة والحديثة من الرواسب المائية والرياحية وغيرها. وتتميز هذه الصخور بهشاشتها وسهولة نقلها وغلبة الاستواء عليها؛ فقد كونتها الأودية إبان عصور المطر، وتوجد هذه الرواسب حيث تتسع الأودية فوق حافة المنخفض كما في وادي الجزعة (زقزة)، كما توجد أسفل الحافة حيث توجد المناطق المأهولة.

وهذه الأودية هي التي تجري فيها السيول وتغير مجاريها في نطاقها؛ لذلك فهي تمثل أكثر أجزاء المنطقة خطراً، ولا سيما الأجزاء القريبة من العمران. أما قاع المنخفض فتغطيه رواسب السبخات وهي خارج نطاق الدراسة الحالية لأنه منطقة غير آهلة بالسكان والعمران.

التضاريس والانحدار:

تنحدر الأودية في المنطقة في اتجاه عام من الشمال إلى الجنوب، حيث يبلغ أقصى

ارتفاع في الشمال قرابة 1000م قرب قمة جبل فزان (جبل الحساونة)، وتكون الانحدارات شديدة قرب قمم المخاريط البركانية وحول التلال المتبقية بين الأودية، حيث يزيد الانحدار عن 45 درجة، ثم يقل الانحدار تدريجياً على هضبة قرقف وتتسع الأودية أحيانا ليصل عرضها إلى عدة كيلومترات، وما يلبث الانحدار أن يزداد فجأة عند حافة المنخفض بالقرب من المناطق المأهولة لدرجة أنه تتكون في مجاري بعض الأودية نقاط تجديد رأسية الانحدار (شلالات) كما في وادي زقزة قرب بلدة ققم، وكذلك في وادي تاروت (صورة 1)، ثم يقل الانحدار من جديد وتتسع الأودية بالاقتراب من مستوى قاعدتها حيث قاع منخفض وادي الشاطئ (شكل 4)، ويساعد ذلك الاتساع على ترنح مجاري الأودية وتغيير مجاريها، مما يزيد من خطورة الجريان السيلي صورة (2).

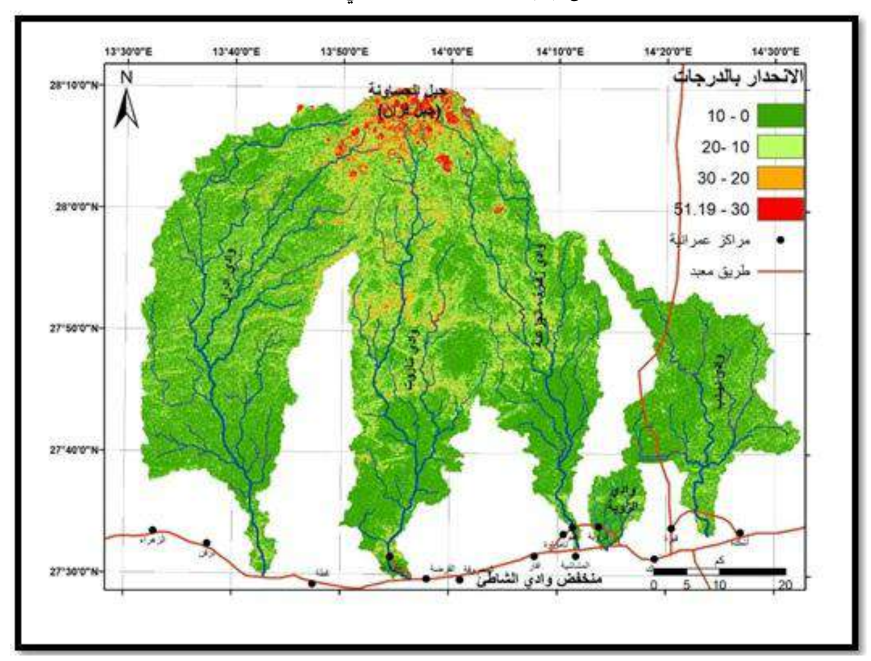
صورة (1) اجتياز الأودية للحافة بنقاط تجديد رأسية (شلالات)
وادي زقزة (يمين) ووادي تاروت (يسار)



صورة (2) اتساع وادي زقزة بالقرب من مستوى القاعدة.



شكل (4) درجات الانحدار في المنطقة.



الأمطار:

يسود المناخ الصحراوي الحار الشديد الجفاف المنطقة، حيث تشتد الحرارة معظم أشهر السنة وتميل للبرودة في وسط الشتاء، وتنخفض الرطوبة النسبية طول العام، أما الأمطار فنادرة جداً وليس لها موعد ثابت، بحيث يمكن أن تمر عدة سنوات دون هطول أي مطر في المنطقة، ومع ذلك تهطل أمطار فجائية على مناطق متفرقة من منطقة الدراسة. ويبلغ المعدل السنوي للأمطار في المنطقة قرابة 25 ملم سنوياً (وكالة ناسا، 2021). وليس في المنطقة أية محطة أرصاد جوية ذات سجل طويل، وأقرب محطة أرصاد هي تلك الموجودة في سبها، وهي لا تمثل المنطقة بشكل جيد بسبب انخفاض سبها عن مستوى أودية المنطقة، حيث يصل ارتفاع منابع الأودية الكبرى في المنطقة إلى قرابة 1000م في حين يبلغ ارتفاع سبها قرابة 430م فقط، والمعروف أن الأمطار تزيد في المناطق المرتفعة عنها في المناطق المنخفضة في هذه العروض. وبلغ معدل الأمطار السنوي في سبها 7.4ملم خلال المدة 1968-2002م، وبلغت أكبر كمية مطر سنوي 50.4ملم سنة 1976م وأكبر كمية شهرية بلغت 26.3ملم في العام نفسه. وهناك سنوات كثيرة لم تسجل فيها أي أمطار (محطة

الأرصاد الجوية سبها، 2005). وللحصول على بيانات حديثة للأمطار تم الاعتماد على بيانات وكالة ناسا، حيث تبين أن المعدل السنوي لهطول الأمطار في وادي الشاطئ يبلغ قرابة 25ملم، كما أنه من سنة 2015-2020 لم تهطل أمطار بكميات كافية لجريان سيلي كبير (قرابة 10 ملم في يوم واحد) إلا تسع مرات بمعدل مرتين في العام، ولوحظ أن أكبر الكميات كانت في فصل الخريف، وبلغت أكبر كمية مطر في يوم واحد 18.44ملم وسجلت في 2015/9/27، أما أكبر هطول شهري فقد سجل في شهر أكتوبر من عام 2018 وبلغ قرابة 35ملم، وأكبر كمية يومية فيه بلغت 14.6 ملم، وفي هذا الشهر سالت معظم الأودية في المنطقة المحيطة بجبل فزان (جبل الحساونة)، وتسببت في دمار كبير في الطرق وبعض المزارع والمنشآت، حيث أغلق الطريق الرئيسي الرابط بين فزان وطرابلس لقرابة شهر.

المناقشة والنتائج:

الخصائص الهيدرولوجية العامة للأودية المدروسة:

لقد وقع الاختيار على خمسة أودية مهمة تنحدر إلى منخفض وادي الشاطئ من الشمال، حيث يوجد جبل الحساونة، وهذه الأودية من الشرق إلى الغرب هي: وادي دبدب، وادي الزوية، وادي زقزة – الجزعة، وادي تاروت – امبارك ووادي أدرار. وتختلف هذه الأودية في أطوالها ومساحات أحواضها والكثير من الخصائص الشكلية والشبكية والتضاريسية وغيرها. ويوضح الجدول (1) بعض خصائص الأودية المدروسة.

جدول (1) الخصائص العامة لأحواض الأودية المدروسة.

اسم الوادي	المحيط كم	المساحة كم^2	الطول كم	العرض كم	عدد الرتب
وادي دبدب	192	536	25	22.9	6
وادي الزوية	46.3	76.1	12	6.8	4
وادي زقزة	231.7	841	75	11.2	6
وادي تاروت	234	970.6	77	13.5	6
وادي أدرار	275	1450.1	86	18	6

يتبين من الجدول السابق أن وادي أدرار هو أكبر هذه الأودية من حيث مساحة حوض التصريف والمحيط والطول، يليه حوضا وادي تاروت – امبارك وزقزة – الجزعة

المتقاربان في أبعادهما، ثم وادي دبدب الأصغر قليلاً، وأخيراً وادي الزوية الصغير جداً في جميع العناصر.

وعلى الرغم من أهمية هذه الأبعاد في تحديد كميات الجريان السيلي فإنها لم تنعكس دائماً في تحديد الخطورة؛ ويرجع ذلك إلى وجود عوامل أخرى، أهمها:

- أن طبيعة الهطول المطري في المنطقة أنه هطول محلي لا يشمل جميع أجزاء الحوض إلا في حالات نادرة جداً قد لا تحدث إلا مرة كل عشرات السنوات، وهذا مما يقلل من أهمية اتساع الحوض.
- وكذلك طبيعة المنطقة التي يجري فيها الوادي من حيث أنها مأهولة أو غير مأهولة، فالأودية التي تخترق المناطق المأهولة أكثر خطراً.
- طبيعة شبكة التصريف ومدى اتساع الوادي قبل الوصول إلى المناطق المأهولة، فقد لوحظ أن معظم الأودية يقل انحدارها بشدة قبل الوصول إلى حافة منخفض وادي الشاطئ الشمالية، الأمر الذي يسمح بانتشار المياه في مساحات واسعة تمثل مفيضات مؤقتة لهذه الأودية حيث تتسرب إلى التربة والمياه الجوفية، ولا تجتاز الأودية الحافة المذكورة إلا إذا كانت كمية المطر كبيرة وتكفي لملء الأودية الواسعة (المفيضات) وتزيد عن قدرتها الاستيعابية فتتجه جنوباً لتعبر الحافة في نقاط ضيقة مما يزيد من سرعتها وقدرتها التدميرية كما في وادي زقزة عندما يعبر نقطة المغلاق (شلال).

ونتيجة لهذه العوامل فإن أخطر الأودية ليست أكبرها ولا أطولها، بل أقربها للمناطق المعمورة، وأبرز مثال على هذا الأمر هو وادي الزوية الذي يعد أصغر الأودية المدروسة من حيث مساحة حوض التصريف وعدد الرتب وغير ذلك من العناصر، ومع ذلك فقد تسبب في خسائر فادحة عندما سال في عام 1952م؛ كما سال في سنة 1983 مسبباً بعض الأضرار (بوحسن، مقابلة: 2023)، ويرجع السبب في ذلك لأن السكان بنوا منازلهم في مجراه، وهذا الأمر مستمر حتى الآن.

تقسيم المنطقة حسب درجات الخطورة:

من خلال النظر إلى خريطة منطقة الدراسة يلاحظ أن جميع الأودية تمر بالقرب من مراكز عمرانية، ولا سيما أودية زقزة – الجزعة وتاروت والزوية وبدرجةٍ أقل وادي دبدب (يوجد تجمع سكاني صغير قرب مجراه)، أما وادي أدرار فيجري بعيداً نسبياً عن المناطق

المعمورة، لذلك فإن خطره أقل، ويقتصر على الطرق.

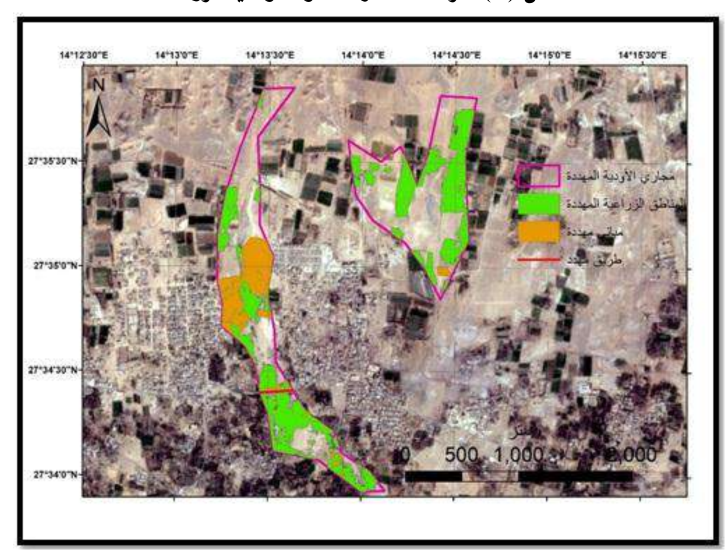
وتنحصر المناطق المعرضة لخطر السيول في مجاري الأودية وجوانبها، وكما ذكر أعلاه فالأودية هنا متسعة بسبب قلة الانحدار وهشاشة الصخور وكذلك القرب من مستوى القاعدة المحلي.

ويمكن تقسيم أخطار السيول في المنطقة إلى ثلاثة أقسام، الأول هو الخطر على المباني سواء كانت سكنية أو لأي غرضٍ آخر، والثاني على المزارع، والثالث على الطرق.

الخطر على المباني:

توجد المناطق المبنية المعرضة لأخطار السيول في ثلاثة أودية فقط من الأودية المدروسة، وقد بلغت مساحة تلك المناطق في جميع الأودية 516814م^2، معظمها تركزت في مجاري وادي الزوية، تلك القرية الصغيرة الواقعة إلى الشرق من تامزاوة وإلى الشمال الشرقي من براك. وقد بنيت كثير من مباني القرية في مجرى وادي الزوية وروافده (صورة 3-4)، وذلك على الرغم من تعرض القرية لدمار كبير سنة 1952م بسبب السيول. وقد بلغت المساحة المبنية المعرضة لخطر السيول في هذه القرية حوالي 276660م^2 تمثل نسبة تقارب 53.5% من مجموع المناطق المبنية المعرضة لخطر السيول في جميع الأودية المدروسة (شكل 5). تليها المناطق المبنية في مجرى وادي زقزة – الجزعة ضمن أراضي بلدة ققم الواقعة بين تامزاوة والزوية، وبلغت المساحة المبنية المعرضة لخطر السيول في مجرى الوادي قرابة 220697م^2 تمثل نسبة 42.7% من الأراضي المبنية المعرضة للخطر، ومعظم المباني هنا عبارة عن زرائب للحيوانات (صورة 5) وبعض المباني على الطريق الرئيسي لوادي الشاطئ، بالإضافة إلى أطراف المناطق السكنية. وربما يرجع السبب في الاتساع النسبي للأراضي المبنية هنا إلى اتساع مجرى الوادي نفسه.

شكل (5) خريطة أخطار السيول بوادي الزوية.



صورة (3) المباني في مجرى وادي الزوية.



صورة (4) أحد المباني في مجرى وادي الزوية.



صورة (5) مباني وزرائب للحيوانات في مجرى وادي زقزة – الجزعة قرب ققم.



أما المناطق المبنية في مجرى وادي دبدب إلى الشرق من قرية قيرة، فتبلغ مساحتها 19456م^2 تمثل نسبة 3.8% فقط من مجموع الأراضي المبنية المعرضة لخطر السيول، ويرجع السبب في صغر هذه المناطق إلى صغر القرية ووجود التجمع السكني الرئيسي بعيداً نسبياً عن مجرى الوادي، وربما يكون القرب الزمني لآخر سيل قوي في الوادي هو السبب في حذر الناس من البناء في مجراه، فقد حدث ذلك السيل عام 1978م، وأدى إلى تدمير الطريق الواصل بين القرية وبلدة قيرة إلى الغرب (بشير، مقابلة: 2024).

وبالنسبة لوادي تاروت ووادي أدرار فلم يلاحظ أي بناء في مجاريهما الدنيا، ويرجع السبب في تجنب الناس للبناء في مجرى وادي تاروت إلى الحذر لأن الجريان فيه متكرر، وإن كان ليس جرياناً قوياً في كل الحالات، أما مجرى وادي أدرار فهو بعيد عن المناطق العمرانية، وهو يخلو تماماً من أي استغلال.

صورة (6) مباني قرب الطريق في مجرى وادي زقزة – الجزعة قرب ققم.



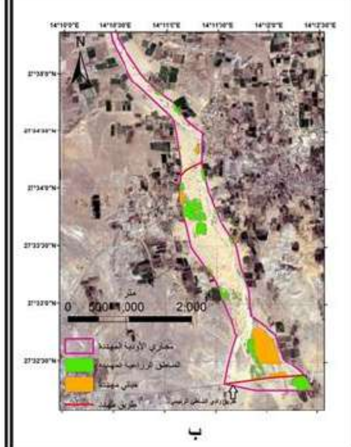
الخطر على المزارع:

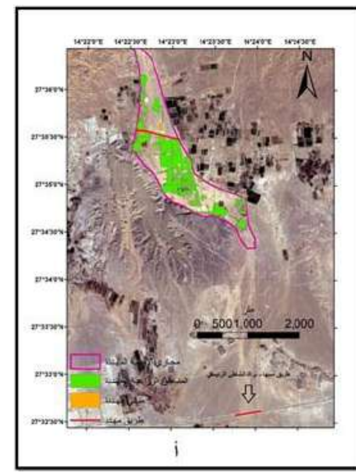
تعد مجاري الأودية مناطق خصبة نسبياً للزراعة بسبب تربتها المنقولة بواسطة الأودية، وكذلك لاحتفاظ تربتها بالمياه وقرب المياه الجوفية من السطح بحكم انخفاض سطح الأرض، لذلك كانت منذ القدم مناطق مفضلة للزراعة، على الرغم من خطر الجريان السيلي، لكن القدماء كانوا حذرين من السكن في مجاري الأودية.

تشغل الأراضي الزراعية أجزاء من مجاري الأودية المدروسة ما عدا وادي أدرار الذي لم يلاحظ فيه أي نشاط زراعي. ويبلغ مجموع المساحات الزراعية في بطون الأودية المدروسة قرب المراكز العمرانية حوالي 1959235م^2، استحوذ كل من وادي دبدب ووادي الزوية على نصيب الأسد منها، حيث وصلت المساحة المزروعة في وادي دبدب 784855م^2 بنسبة 40%، وفي وادي الزوية 722402م^2 بنسبة 36.9%، جاء بعدهما وادي زقزة بحوالي 343412م^2 بنسبة 17.5%، وجاء أخيراً وادي تاروت بحوالي 108566م^2 بنسبة 5.5% (شكل 6+7).

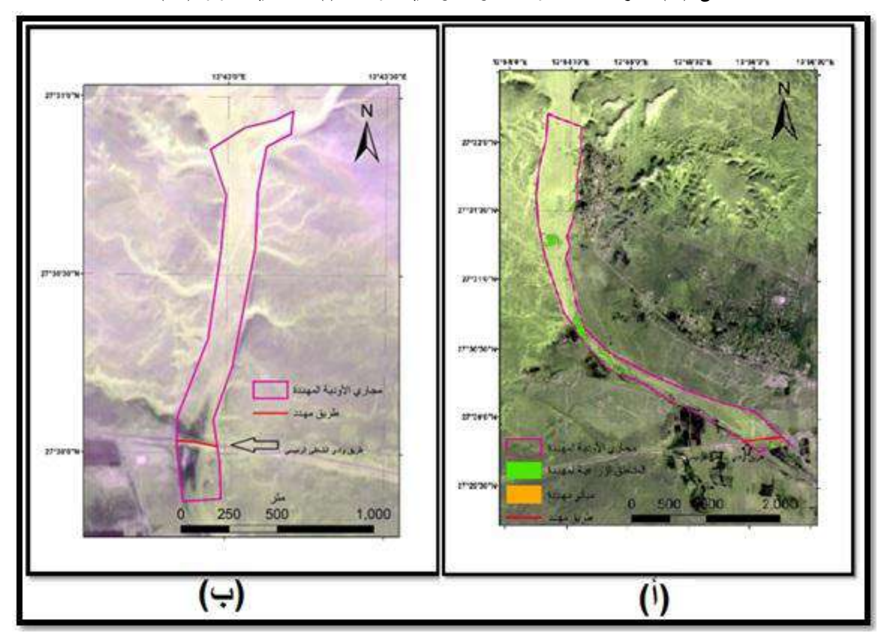
وكما يلاحظ من العرض السابق فإن المساحات الزراعية في بطون الأودية ليست كبيرة جداً، ومع ذلك فإنها معرضة لخطر السيول، مما يستدعي تنبيه المزارعين إلى تجنب إقامة أي منشآت وترك الآلات الزراعية المهمة في هذه المزارع، كما ينصحون بزراعة الحبوب والمحاصيل ذات فصل النمو القصير وتجنب زراعة الأشجار المثمرة؛ لأن تكاليفها أعلى، ومن ثم فإن الخسائر التي تتعرض لها تكون أكثر كلفةً.

شكل (6) خريطة أخطار السيول بوادي دبدب (أ) ووادي زقزة – الجزعة (ب).





شكل (7) خريطة أخطار السيول بوادي تاروت (أ) ووادي أدرار (ب).



الخطر على الطرق:

تتقاطع مجاري الأودية المدروسة عادةً مع بعض الطرق المعبدة التي تخدم المنطقة، منها الطريق الرئيسي الذي يربط بين جميع مدن وقرى وادي الشاطئ، وكذلك بعض الطرق الفرعية التي تربط بين البلدات والقرى الداخلية.

ويتكرر تدمير السيول لأجزاء من تلك الطرق كلما حدث جريان كبير في الأودية المدروسة، ومن أشهر الأودية تدميراً للطرق في المنطقة وادي زقزة الذي يتقاطع مع الطريق الرئيسي ومع الطريق الرابط بين بلدتي تامزاوة وققم، ويتذكر السكان أن الوادي دمر الطريقين أكثر من مرة كان آخرها في خريف سنة 2018، (صورة 7) وعند إصلاح الطريقين تم تكبير عبارات المياه أسفل الطريقين ليتم استيعاب كمية أكبر من الجريان في المرات القادمة (صورة 8). ومع الأسف يلاحظ أن مجرى الوادي أصبح مكباً للقمامة والركام قرب الطريقين مما يؤدي إلى إغلاق العبارات في حالة الجريان ومن ثم تضطر المياه للفيضان فوق الطريق مما يعرضه لخطر الانجراف.





صورة (7) تدمير وادي زقزة – الجزعة لطريق وادي الشاطئ الرئيسي 2018م.



صورة (8) عبارات المياه الجديدة أسفل طريق ققم بعد إصلاحها.



وقد سجل تدمير الطرق في كل الأودية المدروسة سابقاً ما عدا وادي أدرار الذي يتذكر بعض كبار السن فقط أنه كان يمر من الطريق قديماً متجهاً إلى قاع منخفض وادي الشاطئ. ويبين الشكل (6+7) الأجزاء المعرضة لخطر السيول من هذه الطرق.

ويبلغ طول الطرق المعرضة لخطر السيول في المنطقة 4418م، منها 1680م في وادي زقزة بنسبة 48.2%، و1358م بنسبة 30.7 في وادي دبدب، و636م في وادي الزوية بنسبة 14.4%، وأخيراً 214م في وادي أدرار بنسبة 4.8% فقط من مجموع أطوال الطرق المعرضة لخطر السيول في الأودية المدروسة.

ويبين الجدول (2) ملخصاً لجميع أخطار الجريان السيلي في المنطقة، حيث يتضح أن الخطر يتركز في أودية زقزة والزوية ودبدب، في حين يقل في وادي تاروت بدرجة كبيرة، أما وادي أدرار فيقتصر خطره المحتمل على الطريق الرئيسي الذي يتقاطع مع مجراه بين بلدتي قطة وبرقن.

جدول (2) أخطار الجريان السيلي في الأودية المدروسة.

اسم الوادي	المناطق المبنية م²	الأراضي الزراعية م²	الطرق م
وادي دبدب	19456	784855	1358
وادي الزوية	276660	722402	636
وادي زقزة	220697	343412	1680
وادي تاروت	صفر	108566	530
وادي أدرار	صفر	صفر	214
المجموع	516813	1959235	4418

الخلاصة والاستنتاجات:

بعد دراسة بعض الأودية التي تنحدر إلى منخفض وادي الشاطئ من الشمال، ومناقشة أخطار الجريان السيلي في أوديتها الدنيا القريبة من المناطق المأهولة في وادي الشاطئ، يخلص البحث إلى النتائج التالية:

1- بلغت مساحة أحواض التصريف للأودية المدروسة قرابة 3875كم²، أكبرها أودية أدرار (حوالي 1450كم²) وتاروت وزقزة – الجزعة (حوالي 1000كم²)، أما حوضا واديي دبدب والزوية فكانا صغيرين نسبياً.

2- تتمثل أخطار الجريان السيلي في الأودية المدروسة في ثلاثة أشكال هي: الخطر على المباني، والخطر على الأراضي الزراعية، والخطر على الطرق.

3- بلغت المساحات المبنية في مجاري السيول 516814م²، وسجل وادي الزوية أكبر خطر على المناطق المبنية بسبب مروره في قرية الزوية، يليه وادي زقزة – الجزعة، ثم وادي دبدب، في حين لم تسجل أضرار على المباني في واديي تاروت وأدرار.

4- تبين أن جميع الأودية المدروسة تمثل خطراً على الطرق، وبلغ طول الطرق المعرضة لخطر السيول في المنطقة 4418م، منها 1680م في وادي زقزة بنسبة 48.2%، و 1358م بنسبة 30.7% في وادي دبدب، و636م في وادي الزوية بنسبة 14.4%، وأخيراً 214م في وادي أدرار.

5- سجلت جميع الأودية المدروسة خطراً على الأراضي الزراعية ما عدا وادي أدرار، وبلغ مجموع المساحات الزراعية في بطون الأودية المدروسة قرب المراكز العمرانية حوالي

1959235م^2، استحوذ كل من وادي دبدب ووادي الزوية على نصيب الأسد منها، جاء بعدهما وادي زقزة. وكانت أخطر الأودية على الأراضي الزراعية وادي الزوية ودبدب وزقزة – الجزعة بالترتيب، وبدرجة أقل وادي تاروت، في حين لم يسجل وادي أدرار أي خطر على الأراضي الزراعية.

6- يزداد الخطر في الأودية الأقرب للمراكز العمرانية، حتى لو كانت أصغر في أحواض تصريفها وخصائصها الهيدرولوجية.

7- تتمثل أخطر الأودية في المنطقة في وادي زقزة – الجزعة بسبب ضخامة حجمه وقربه من المناطق العمرانية، ووادي الزوية بسبب اختراقه لمنطقة سكنية، ثم وادي دبدب وتاروت وأقلها خطراً وادي أدرار الذي يبعد عن أي عمران ويقتصر خطره على الطريق الرئيسي.

التوصيات:

توصل البحث إلى التوصيات التالية لتجنب أخطار السيول في المنطقة:

1- منع البناء في مجاري الأودية وجوانبها وإصدار تشريعات والسهر على تنفيذها بالخصوص.

2- العمل على إنشاء أحياء بديلة للسكان الذين يقيمون في مجاري السيول، وذلك ليتسنى إخلاؤها.

3- يسمح بالنشاط الزراعي للحبوب والزراعات قصيرة الموسم فقط في مجاري الأودية، ويمنع إنشاء الزرائب وإبقاء الحيوانات فيها، للمحافظة على الثروة الحيوانية.

4- منع التعديات على مجاري الأودية مثل التخلص من القمامة وبقايا الركام فيها مما يعرقل الجريان ويسد فتحات عبور المياه تحت الطرق المتقاطعة مع الأودية.

5- إنشاء محطات قياس المطر ومحطات لقياس الجريان في مجاري الأودية، مما يساعد على إجراء المزيد من الدراسات الدقيقة في المستقبل.

6- بناء فتحات عبور واسعة تحت الطرق التي تتقاطع مع مجاري الأودية، تسمح بأعلى تصريف للمياه دون تدمير الطرق. وفي حالات أخرى يمكن بناء الطريق بتدعيم خرساني مسلح يسمح بمرور الماء من فوقه ويتحمل ذلك دون حدوث ضرر للطريق.

شكر وتقدير

يود الباحث أن يتقدم بأسمى آيات الشكر والامتنان لكل من قدم له يد المساعدة في إنجاز هذا البحث، ويخص بالذكر السيد/ محمد بوحسن رئيس جمعية حماية جبل الحساونة، والسائقين: السيد/ محمد الجمي والسيد/ خالد بو خزام الخبير في الأودية الصحراوية والسيد/ طارق السهيكي، والدكتور عبد الحميد عمران الذي رافق الباحث في بعض الجولات الميدانية، وكذلك الدكتور محمد بالقاسم على كرم ضيافته وما قدمه من معلومات، والأستاذ عبد العليم مفتاح المشاي على حسن استقباله وكرمه، كما لا يفوت الباحث أن يشكر الدكتور منصور عويدات والسيد/ يونس عبد الله بشير والسيد/ معتمد دويهش على ما قدموه من معلومات قيمة وشهادات ثمينة ساهمت في إنجاز البحث. فجزاهم الله خير الجزاء.

المصادر والمراجع:

- اقنيبر، رجب وبلق، مفيدة (2021)، تقدير حجم الجريان السطحي بحوض واد تنزوفت وأخطاره السيلية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية وتقنيات الاستشعار عن بعد، المؤتمر الدول الثاني، متطلبات التنمية الحقيقية في ليبيا – بن جواد.
- الرياني، عبد الرحمن والمدني، عبد الحكيم وخماج، أحمد (2019)، تقدير الجريان السطحي لبعض أحواض الأودية في شمال غرب ليبيا، المجلة الليبية للعلوم الزراعية، المجلد 24، العدد 1.
- الصويعي، عبد الله (2022)، تقييم اختيار موضع سد بحيرة وادي زارت من خلال استخدام الخرائط الكنتورية لحساب الانحدار، رسالة ماجستير (غير منشورة)، جامعة الزاوية.
- الضراط، علاء (أ2020)، الخصائص الهيدرولوجية لحوض وادي بوالقمل غرب مدينة طبرق شمال شرق ليبيا، مجلة البيان العدد السادس.
- الضراط، علاء (ب2020)، التقييم الكمي للجريان السطحي في وادي الكراث طبرق شمال شرق ليبيا د راسة هيدرومورفومترية، مجلة جامعة صبراتة العالمية، المجلد 4، العدد 2.

- الهيئة العامة للمعلومات (2008) النتائج النهائية للتعداد العام للسكان 2006.
- أبو راس، مراد وعيسى، محمد والخبولي، محيي الدين (2020)، تأثير السدود التعويقية واستخدام أراضي المنحدرات شبه الجافة على الجريان السطحي وفقد التربة ببعض أودية جنوب الجبل الأخضر، ليبيا. هجمة المختار للعلوم مجلد35 العدد 1.
- بحر، عيسى علي (2022)، التحليل الجيومورفولوجي للخصائص المورفومترية باستخدام تقنية الاستشعار عن بُعد ونظم المعلومات الجغرافية (دراسة حالة وادي تماسلة في ليبيا). مجلة جامعة سرت للعلوم الإنسانية المجّلد الثاني عشر – العدد الأول.
- بشير، يونس عبد الله (خبير صحراوي) مقابلة بتاريخ: 2024/1/23م.
- بن طاهر، لبنى (2022)، تقدير حجم السيول بحوض وادي القطارة جنوب شرق مدينة بنغازي – ليبيا بالتكامل بين نموذج الهيئة الامريكية لحماية الاراضي (SCS)وتقنيات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد. مجلة جامعة سبها للعلوم البحتة والتطبيقية، المجلد 21، العدد 1.
- بوحسن، محمد (رئيس جمعية حماية جبل الحساونة)، مقابلة بتاريخ: 2023/12/6.
- سعد، مفتاح وعوض، عوض (2020)، التحليل الجيومورفولوجي لنموذج الارتفاعات الرقمية لحوض وادي درنة، مجلة المختار للعلوم الإنسانية العدد (38) .
- صالح، محمود ويحي، سليمان (2022)، حوض وادي السهل الغربي بهضبة البطنان (دراسة جيومورفولوجية (باستخدام نظم المعلومات الجغرافية. مجلة جامعة سرت للعلوم الإنسانية المجّلد الثاني عشر – العدد الأول.
- عويدات، منصور، (أستاذ بجامعة وادي الشاطئ)، مقابلة بتاريخ: 2024/1/23.
- فرغلى، عبير و أمين، محمد (2022)، التحليل المورفومتري لشبكة التصريف السطحي للمنطقة المحصورة بين الحنية وسوسة بمنطقة الجبل الأخضر ليبيا باستخدام نظم المعلومات الجغرافية ، العدد السادس والعشرين.
- لشهب، سعد و عبد الرازق، منير والتواتي، محمود (2022)، مقارنة بين استخدام الطرق التقليدية ونظم المعلومات الجغرافية في تحليل الخصائص المورفومترية لحوض وادي النوم بالجبل الاخضر ليبيا، المجلة الليبية العالمية، العدد 57.

- لشهب، سعد والمسماري، منصف وامبارك، عبد المنعم (2021)، التحليل الرقمي لبعض الخصائص المورفومترية لحوض وادي طبرقاية بالجبل الأخضر شمال شرق ليبيا باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، المجلة الليبية العالمية، العدد 51.
- محطة الأرصاد الجوية (2005)، سبها، (بيانات غير منشورة).
- مركز البحوث الصناعية (1984)، خريطة ليبيا الجيولوجية، لوحة سبها، الكتيب التفسيري، طرابلس.
- مصلحة الإحصاء والتعداد (2012)، النتائج النهائية للمسح الوطني للسكان 2012.
- ناصر، شوقي (2017)، جيومورفولوجية منخفض وادي تنزوفت (جنوب غرب ليبيا) باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، أطروحة دكتوراه (غير منشورة)، جامعة طرابلس.
- ناصر، شوقي (2023)، إدارة أخطار السيول في منطقة غات (جنوب غرب ليبيا) باستخدام التقنيات المكانية، مجلة جامعة سبها للعلوم الإنسانية، المجلد 22، العدد 2.
- وكالة ناسا (2022)، مركز لانغلي للأبحاث، تنبؤات مشروع الطاقة العالمية، الإصدار X.X.2، رابط الموقع:

http://power.larc.nasa.gov/data-access-viewe

- Busrewill, M.T. & Oun, Khaled. (1991). Geochemistry of the Tertiary alkaline rocks of Jabal al Hassawnah, west central Libya. Geology of Libya, vol. VII. 7. 2681-2687.
- Cepek, Peter (1980), "The Sedimentology and Facies Development of the Hassawnah Formation in Libya", In: Salem and Busrewill (Editors), The Geology of Libya, Voll Ⅱ.
- Drake, N. A. K. et. al., (2012), "Areview of the Development and Demise of Lake Megafazzan" In: THE GEOLOGY OF SOUTHERN LIBYA, by M. J. Salem, Mahmoud T. Elbakai, Yousef Abutarruma (Eds.), Vol 1.





تقدير الهطول الأعظم الممكن لفترة 24 ساعة فوق جنوب سوريا

أ. د. محمد الشبلاق
قسم الهندسة المائية/ كلية الهندسة المدنية/ جامعة دمشق
Drmchiblak2@gmail.com

م. هيا اليوسف المرزوقي
قسم الهندسة المائية/ كلية الهندسة المدنية/ جامعة دمشق
Hayamarzouki@outlook.com

الملخص:

استخدم حديثاً مفهوم الهطول الأعظم الممكن (Probable Maximum Precipitation, PMP) من أجل تحديد التصاريف العظمى للمنشآت ذات الأهمية الاستراتيجية أو التي يسبب انهيارها كوارث وخسائر بشرية أو اقتصادية أو بيئية. بينت دراسة على (82) سد تم انهيارها (Lemperiere,1993)، أن نسبة الانهيار لأسباب تتعلق بعدم كفاية المفيض لتصريف مياه الفيضان قد بلغت وفقاً لدراسات إحصائية حوالي (40%)، لذا فإن تصميم مفيض السد باستخدام الهطول الأعظم الممكن (PMP) يخفض خطورة الانهيار الهيدرولوجي نظرياً للصفر. إن هذا المنهج ينطبق أيضاً على المنشآت الاقتصادية الهامة المشادة بالقرب من مجاري الأنهار، والتي يمكن أن يبلغها منسوب الغمر الموافق للهطول (PMP) كالمحطات النووية مثلاً.

وبشكل خاص في المناطق الجافة وشبه الجافة، يكون بناء السدود السطحية بهدف التخزين والحماية من الفيضان وتغذية المياه الجوفية، مرتبط بزيادة تأثير التغيرات المناخية والتي تشير إلى أنه في المستقبل يمكن أن تظهر زيادات في كميات الهطول فوق شبه الجزيرة العربية (Şen, 2016).

يتم تقدير الهطول الأعظم الممكن بطرق فيزيائية تعتمد على خصائص مترولوجية لمنطقة الدراسة أو على طرق إحصائية تعتمد على قياسات الهطول في منطقة الدراسة (Hershfield, 1965).

في هذا البحث تم تقييم سلسلة قياسات الهطول السنوي الأعظم لفترة يوم واحد لـ (60) محطة جنوب سوريا ولفترات قياس (10 – 51) سنة، وبالتالي رسم خارطة توزع قيم الهطول اليومي الأعظم الممكن في منطقة الدراسة، والتي يمكن أن تشكل أساساً من أجل تصميم وتحقيق منشآت السدود والمنشآت الهامة الأخرى على قيمة التصريف الأعظم الممكن (Probable Maximum Flood, PMF) الناتج عن الهطول الأعظم الممكن(PMP) .

الكلمات المفتاحية: الهطول الأعظمي الممكن، الجريان الأعظمي، معامل التكرار، حوض اليرموك.

Estimation of Probable Maximum Precipitation (PMP) For 24hr over Southern of Syria

Prof.Dr.Eng. Mohamad Alchiblak
Damascus University-Fac.of Civil Engineering
Dep.of Water Engineering
Drmchiblak2@gmail.com

Eng.Haya Alyoussef Almarzouki
Damascus University-Fac.of Civil Engineering
Dep.of Water Engineering
Hayamarzouki@outlook.com

Abstract

The PMP is defined as the greatest depth of precipitation for a given duration that is meteorologically possible over a given station or a specified area.

Recently the term of Probable maximum precipitation (PMP) is used for estimation the probable maximum flood (PMF) for important structures or for high-risk structures design. By using the PMP for designing the spillway of dam then the risk is theoretically zero. Statistical study has shown that the dam failure ratio due to insufficient spillway dimensions is 40% ,i.e the hydrological study is not good enough . Also the PMP value is used for determining the maximum water level in rivers so that the water does not reach an important structures located along it ,for example nuclear structures.

There are two main methods including hydro meteorological and statistical approaches for calculating PMP. Due to the shortage of data for applying the first method, there is a great tendency to adopt the second one. Hershfield was a pioneer who developed a statistical method for estimating PMP values for small areas around the world. Required in this method are a series of maximum annual daily rainfall at an observation point.

In arid and semi-arid regions, the construction of surface dams for flood protection and groundwater recharge is bound to increase due to climate change impact, which indicates that in the future there will appear rainfall increments especially over the Arabian area (Sen –Zekai).

In this research, annual maximum one day rainfall data of 20-30 years for 25 stations in southern of Syria were analyzed in an attempt to estimate PMP for one day duration.

So we can draw isohyetal map of probable maximum one day rainfall for southern of Syria. The map is considered as a base for designing of big dam in Syria and other important structures using the probable maximum flood (PMF) resulting from probable maximum precipitation (PMP)

Keywords: Probable Maximum Precipitation- PMP, Probable Maximum Flood- PMF, Frequency Factor, Yarmouk Basin.





1– مقدمة:

ازداد خطر انهيار السدود في السنوات الأخيرة بسبب التغيرات المناخية التي تميل إلى التطرف وتشكيل الهطولات المطرية الغزيرة، وهذه التغيرات المناخية تقود إلى زيادة ملحوظة في القيم الحدية النادرة (هطول وجفاف)، مما استدعى الكثير من الدول إلى إعادة النظر في الأساليب التقليدية المتبعة في تحديد التصريف التصميمي للمنشآت الاستراتيجية الهامة، وتم اللجوء حديثاً إلى مفهوم الهطول اليومي الأعظم الممكن من أجل الحماية من الفيضان للمنشآت الهامة والاستراتيجية مثل حماية محطات الطاقة النووية والسدود الكبيرة التي يؤدي انهيارها إلى كارثة وطنية وربما إقليمية. بينت الدراسات على أسباب انهيار السدود أن حوالي (40%) من أسباب انهيارها يعود لأسباب تتعلق بالهطولات الغزيرة (Lemperiere,1993)، عادة يكون التصريف الناتج عنها كبيراً فعندما يتجاوز التصريف الناتج عن هذه الهطولات طاقة المنشآت على تصريف مياه الفيضان يحصل الانهيار ويرافق ذلك خسائر بشرية ومادية، وهنا تكمن أهمية البحث في تجنب هذه الخسائر والفاجعة الناتجة عنها، لهذا يتم اللجوء إلى التصميم وفق مفهوم الهطول الأعظم الممكن (Probable Maximum Precipitation, PMP) الذي ينتج عنه التصريف الأعظم الممكن (Probable Maximum Flood, PMF).

يُعرّف الهطول الأعظم الممكن بأنه ارتفاع الهطول الأكبر، الذي يكون ممكناً فيزيائياً خلال ديمومة معينة، في منطقة ذات مساحة معلومة، وخلال فترة محددة من السنة (WMO, 2009).

يستخدم الهطول الأعظم الممكن في تقدير الجريان الأعظم الممكن (Probable Maximum Flood, PMF)، وذلك عند تصميم العديد من المنشآت المائية كالسدود الكبيرة والمنشآت الخطرة كمحطات الطاقة النووية.

يوجد طريقتين لحساب الهطول الأعظم الممكن هما:

1– الطريقة المناخية – المترولوجية أو تسمى أحيانا الطريقة الفيزيائية.

2– الطريقة الإحصائية.

وبسبب النقص بالقياسات للطريقة الأولى هناك توجه كبير لتبني الطريقة الثانية أو الإحصائية. لقد كان (Hershfield, 1961) الرائد في تطوير الطريقة الإحصائية لتقدير

الهطول الأعظم الممكن لمساحات صغيرة حول العالم. وفق الطريقة الإحصائية يجب تأمين سلسلة تسجيلات لقيم الهطولات السنوية الأعظمية لفترات هطول مختلفة (series of maximum annual rainfall for different durations) في محطة قياس أو مراقبة. إن استخدام طريقة (Hershfield) الإحصائية في تقدير الهطول الأعظم الممكن تُبيّن تقارباً كبيراً مع القيم المحسوبة وفق الطريقة الفيزيائية المترولوجية، لذلك اعتمد الكثير من الباحثين الطريقة الإحصائية (Casas, 2010).

2- مشكلة وهدف البحث:

قسم كبير من **مشاكل السدود** في العالم يعود لعدم تقدير **غزارة الفيضان التصميمي للمفيض** بالشكل الصحيح اثناء القيام بالدراسات الهيدرولوجية، حيث أدى تنفيذ المفيضات **بأبعاد غير كافية** لتصريف الموجة الفيضانية بأمان إلى **خروج هذه السدود عن العمل** وأدى ذلك **لخسائر بشرية وربما مادية كبيرة (سد بو منصور في درنة مثلاً)**. بالتالي تتمثل مشكلة البحث في تجنب حدوث تلك الخسائر أو على الأقل خفضها. وعالمياً لجأت العديد من الدول إلى إدخال مفهوم الهطول الأعظم الممكن في حماية السدود الكبرى والمجاري المائية التي تتوضع على جوانبها منشآت مهمة استراتيجية من الفيضان.

أما **هدف البحث** فيتمثل بتقدير الهطول اليومي الأعظم الممكن (PMP) في حوض اليرموك الواقع جنوب سوريا (الجزء داخل سوريا) ورسم خريطة تساوي الهطول اليومي الأعظم الممكن باستخدام برنامج نظام المعلومات الجغرافية (ArcGIS)، التي ستكون جزء من خريطة تساوي الهطول اليومي الأعظم الممكن لسوريا إلى جانب ما تم إنجازه في أعمال سابقة في حوضي العاصي والساحل.

3- أهمية البحث:

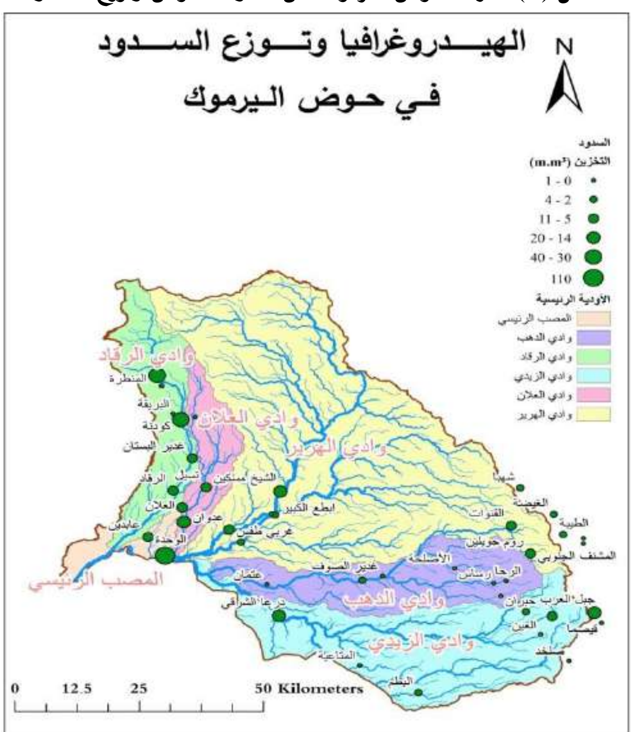
بسبب زيادة نسبة حوادث انهيار السدود لأسباب هيدرولوجية فانه إذا تمت الدراسة الهيدرولوجية لتصميم السدود الكبرى باستخدام مفهوم الهطول الأعظم الممكن لحساب المفيضات كما هو معمول به عالمياً، فإنه لن يكون هنالك خطورة جدية لمرور الماء فوق قمة السد وبالتالي انهياره، وبذلك يمكن تجنب حصول الخسائر البشرية والمادية.

4- منطقة الدراسة وتوزع السدود في حوض اليرموك:

يقع حوض اليرموك في الجزء الجنوب الغربي من الجمهورية العربية السورية ويحده من الشرق ذرى مرتفعات جبل العرب ومن الجنوب الحدود الأردنية ومن الغرب الحد الفاصل بين حوضي نهري الرقاد والأردن ومن الشمال الحد الفاصل بين حوضي نهري اليرموك والأعوج. يضم الحوض من الناحية الإدارية ثلاث محافظات هي محافظات درعا والسويداء والقنيطرة.arc

حوض اليرموك هو حوض دولي مشترك بين سوريا والأردن تبلغ مساحته (6700 Km²)، يقع منها (5540 Km²) ضمن الأراضي السورية، و (1514 Km²) ضمن الأراضي الأردنية (مرعي، الشريف، 2003). ينحدر المنسوب في حوض اليرموك من ارتفاع (1800 m) إلى الشرق من محافظة السويداء في سوريا ليبلغ في وادي الأردن (200 m) تحت سطح البحر (العاصمي، 2011) اقتصرت الدراسة في هذا البحث على الجزء داخل سوريا فقط.

الشكل (1) خارطة حوض اليرموك تبين حدود الحوض وتوزع السدود.



يوضح الشكل (1) حدود الحوض اليرموك الساكب داخل سوريا مع شبكة المسيلات والوديان وحدودها الساكبة الجزئية، والتي هي خمسة وديان رئيسية (وادي الذهب، وادي الزيدي، وادي الهرير، وادي العلان، وادي الرقاد)، كما يوضح توزع السدود والحجوم التخزينية لها.

نشير هنا إلى أنه ليس كل السدود يجب تصميم مفيضاتها لإمرار التصريف الأعظم الممكن إنما يعتمد ذلك على تصنيف السد وحجم التخزين الذي يحجزه وفيما إذا كان هناك خسائر بشرية يمكن أن تحدث أو خسائر مادية وأضرار بيئية. في ألمانيا يعتمد التصنيف الموضح (DIN 19700-2004) بالجدول أدناه كمثال عن التصنيفات العالمية.

يتضح من الجدول أنه إذا كان حجم التخزين (S) أكبر من (5 MCM) أو ارتفاع السد (H) أكبر من (15 m)، فإنه يجب التصميم وفق الهطول الأعظم الممكن. كما أن درجة السد ترفع رتبة إذا كان من الممكن حدوث خسائر بالأرواح. يلاحظ أنه وفق التصنيف الألماني يجب تحقيق عدد لا بأس به من السدود في حوض اليرموك البالغ عددها (42) سد باستخدام مفهوم الهطول الأعظم الممكن.

جدول (1) تصنيف السدود في ألمانيا (DIN 19700–2004).

درجة السد	المعايير
I	$H \geq 15$ m or $S \geq 5$ MCM
II	$5 < H < 15$m or 1 MCM $< S <$ 5 MCM
III	$H \leq 5$ m and $S \leq 1$ MCM

5- تسجيلات الهطول اليومي الأعظم في حوض اليرموك:

إن توزع المطر في حوض اليرموك غير منتظم بشكل كبير، وكمثال فإن معدل الهطول المطري السنوي في القنيطرة يبلغ (750 mm)، وفي منطقة إزرع والصنمين (300 mm)، وفي الجزء الجنوبي الشرقي من الحوض أي منطقة اللجاة (200 mm)، وفي منطقة جبل العرب (450 mm)، ويوضح الشكل (2) خطوط تساوي المعدل الوسطي للهطول السنوي على حوض اليرموك بين الأعوام (1980 - 1996).

تبدأ فترة الهطول المطري في تشرين الأول وتنتهي في نيسان وفي أحياناً في أيار، يهطل (60%) إلى (70%) من كمية المطر الإجمالية خلال فصل الشتاء، و(25 %) إلى (30%) تقريباً خلال فصل الربيع.

يبين الشكل (3) مواقع محطات قياس الهطول وهي تقيس الهطولات اليومية التجميعية نختار منها القيم السنوية العظمى لتشكيل سلسلة القيم اليومية السنوية العظمى، ويبين الجدول (2) محطات القياس للهطول ضمن حوض اليرموك حسب (المديرية العامة للأرصاد الجوية السورية في دمشق، 2022). كما يبين الشكل المحطات خارج حدود الحوض والتي ستستخدم للمساعدة في رسم خطوط تساوي الهطول اليومي السنوي الأعظم.

جدول (2) محطات القياس ضمن حوض اليرموك وعدد سنوات القياس فيها.

طول سلاسل الهطول اليومي لـ 36 محطة قياس ضمن حوض اليرموك					
المحطة	عدد سنوات القياس	المحطة	عدد سنوات القياس	المحطة	عدد سنوات القياس
إزرع	47	حضر	31	شهبا	47
الشيخ مسكين	45	نوى	28	الصورة الصغيرة	31
السويداء	39	نبع الصخر	27	سد العين	25
الشجرة	18	الحارّة	43	صيدا	3
الشرائع	14	جاسم	31	عين العرب الجنوبية	46
الصنمين	28	تسيل	30	مزيريب	2
القنيطرة	36	الحراك	11	صلخد	37
بصرى الشام	33	رفيد	9	صلاخد	3
تل شهاب	51	خلخلة	18	المشرفة	3
جلين	28	دورين	12	المسيفرة	35
خان أرنبة	24	نجد البيلاني	3	بلي	2
درعا	45	طفس	32	الغارية	11

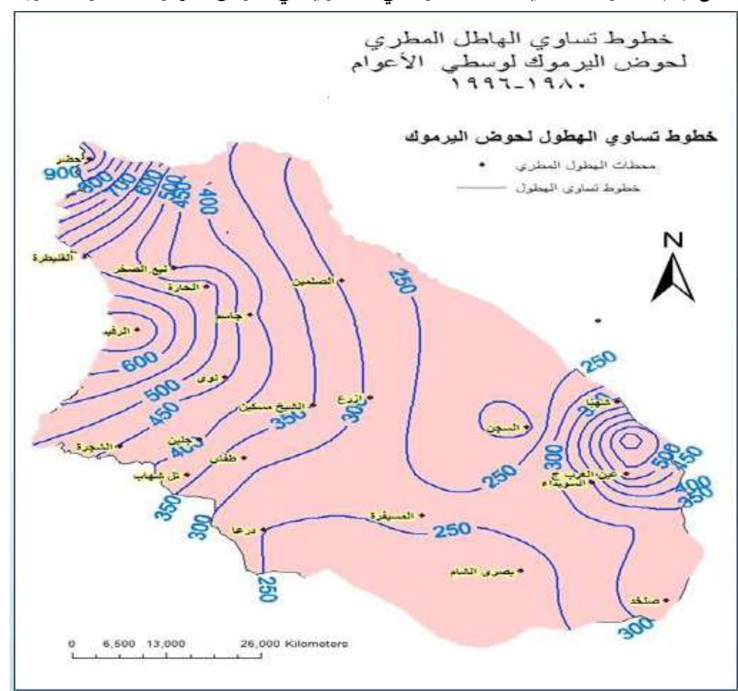
المصدر: (المديرية العامة للأرصاد الجوية في دمشق، 2022).

جدول (3) محطات القياس المجاورة لحوض اليرموك وعدد سنوات القياس فيها.

طول سلاسل الهطول اليومي لـ 24 محطة قياس مجاورة لحوض اليرموك			
المحطة	عدد سنوات القياس	المحطة	عدد سنوات القياس
عرنة	18	دير الحجر	30
رخلة	22	عرطوز	28
زاكية	18	قطنا	44
الكسوة	25	مشتل دوير الحراجي	20
قرحتا	28	العتيبة	19
عرنة	18	جرمانا	10
خرابو	46	زبدين	11
المزة – دمشق	33	يعفور	16
مطار دمشق الدولي	31	دوما	41
الهيجانة	17	رخلة	22
بيت جن	19	بقعصم	8
بيت تيما	3	سعسع	3

المصدر: (المديرية العامة للأرصاد الجوية في دمشق، 2022)

شكل (2) خطوط تساوي المعدل الوسطي السنوي في حوض اليرموك– جنوب سوريا.



شكل (3) مواقع محطات قياس الهطول في داخل حوض اليرموك وخارجه.

مواقع محطات قياس الهطول المطري
في منطقة الدراسة

محطات القياس
حوض اليرموك

0 12.5 25 50 Kilometers

6- تقدير الهطول الأعظم الممكن:

تم استخدام الطريقة **الإحصائية التقليدية في تقدير الهطول الأعظم الممكن**، تعتمد هذه الطريقة على حساب معامل التكرار (**Km**)، وهو عدد الانحرافات المعيارية التي يجب إضافتها إلى المتوسط الحسابي لسلسلة الهطول المطري (Hershfield, 1961)، ويُحسب باستخدام العلاقة التالية:

$$K_m = \frac{X_{max} - \overline{X_{n-1}}}{\sigma_{n-1}} \qquad (1)$$

حيث:

Km معامل التكرار لسلسلة هطولات المحطة المدروسة.

Xmax قيمة الهطول العظمى لسلسلة الهطولات المدروسة.

$\overline{X_{n-1}}$ المتوسط الحسابي لسلسلة الهطولات المدروسة بعد حذف القيمة العظمى.

$\sigma n-1$ الانحراف المعياري لسلسلة الهطولات المدروسة بعد حذف القيمة العظمى.

يتم تعميم قيمة Km العظمى على منطقة الدراسة (**WMO, 2009**)، ويحسب الهطول الأعظم الممكن لكامل المحطات باستخدامها عن طريق العلاقة التالية:

$$PMP_{Max} = \overline{X_n} + K_{m(Max)} \sigma_n \qquad (1)$$

حيث:

PMPMax الهطول اليومي الأعظم الممكن للمحطة المدروسة.

Km (Max) معامل التكرار الأعظم للمحطات المدروسة.

$\overline{X_n}$ المتوسط الحسابي لكامل سلسة قياسات المحطة المدروسة.

σn الانحراف المعياري لكامل سلسة قياسات المحطة المدروسة.

من أجل أخذ ثبات فترة عمل جهاز قياس الهطول المطري اليومي بعين الاعتبار، لا بد من تصعيد قيمة الهطول اليومي الأعظم الممكن المستنتجة (WMO 2009)، ويتم ذلك حسب عدد مرات القياس باليوم، وفي حالتنا حيث يقيس الجهاز مرة واحدة كل (24) ساعة يتم التصعيد بـ (1.13).

6-1 – التحليل الإحصائي لسلاسل الهطول السنوي اليومي الأعظم:

6-1-1- معالجة القيم الاستثنائية:

لابد من اختبار جودة القياسات للفترة المتوفرة من حيث وجود قيم شاذة تخرج عن اتجاه المجموع العام، فنسعى لاستبعاد هذه القيم إذا كانت هذه القيم تقع خارج المجال $[\overline{X_n} \pm 4*\sigma n]$، (الشّبلاق، التّجّار، 1994).

6-1-2- اختبار طبيعية التوزيع:

للتأكد من سلامة البيانات التي تم الحصول عليها، فقد تم استخدام اختبار (كولموغروف – سميرنوف، **Kolmogorov-Smirnov**)، وهو اختبار جودة تمثيل يقارن بين توزيع احتمالي افتراضي معروف مثل التوزيع الطبيعي في حالتنا، والتوزيع الممثل للعينة المراد دراستها، لمعرفة ما إذا كانت العينة المدروسة تتبع نفس التوزيع الافتراضي أم لا.

تم إجراء الاختبار باستخدام برنامج التحليل الإحصائي (Statistical Package for Social Sciences, SPSS)، وكانت النتائج التي حصلنا عليها تشير إلى أن معظم سلاسل الهطول المطري اليومي السنوي الأعظم يتبع للتوزيع الطبيعي، وبناء على ذلك فقد تم استبعاد محطات القياس المخالفة لذلك (Pallant, 2016).

6-1-3- اختبار طول سلاسل الهطول المطري:

بشكل عام تعطي سلسلة طويلة من قياسات الهطول المطري اليومي تقديرات أكثر وثوقية، لذلك يفضل اعتماد محطات القياس التي لا يقل عدد سنوات قياساتها عن (20) عاماً، ولا يجب استخدام تلك التي يقل عدد قياساتها عن (10) سنوات على الإطلاق (WMO, 2009). وبناءً على ذلك تم استبعاد المحطات التي تملك أقل من (10) سنوات.

7- تقدير الهطول اليومي الأعظم الممكن وفق الطريقة الإحصائية التقليدية في حوض اليرموك:

7-1- حساب قيم معامل التكرار Km:

بعد إجراء اختبارات التحليل الإحصائي المذكورة سابقاً، واستبعاد المحطات التي لم تحققها، كان عدد المحطات المتبقية (45) محطة، منها (27) محطة داخل الحوض و(18) محطة خارج الحوض.

تم حساب قيم معامل التكرار (**Km**) لقيم الهطولات اليومية السنوية العظمى (Annual max one-day rainfall) لكامل محطات القياس، بتطبيق العلاقة (1)، وكانت أكبر قيمة لـ (Km) في محطة (سد العين) وبلغت (**6.09**).

يوضح جدول (4) مجالات قيم معامل التكرار (Km) لمحطات القياس، ونلاحظ أن معظم المحطات راوحت قيمها ضمن المجال (3-2) و(4-3).

جدول (4) مجالات قيم معامل التكرار (Km) لمحطات القياس وفق الطريقة الإحصائية التقليدية.

مجالات قيم معامل التكرار في (K_m) حوض اليرموك					
K_m	2>	3-2	4-3	5-4	5<
عدد المحطات	2	17	15	9	3
K_m(Max)	6.09				

7- 2- حساب قيم الهطول السنوي اليومي الأعظم الممكن (PMP):

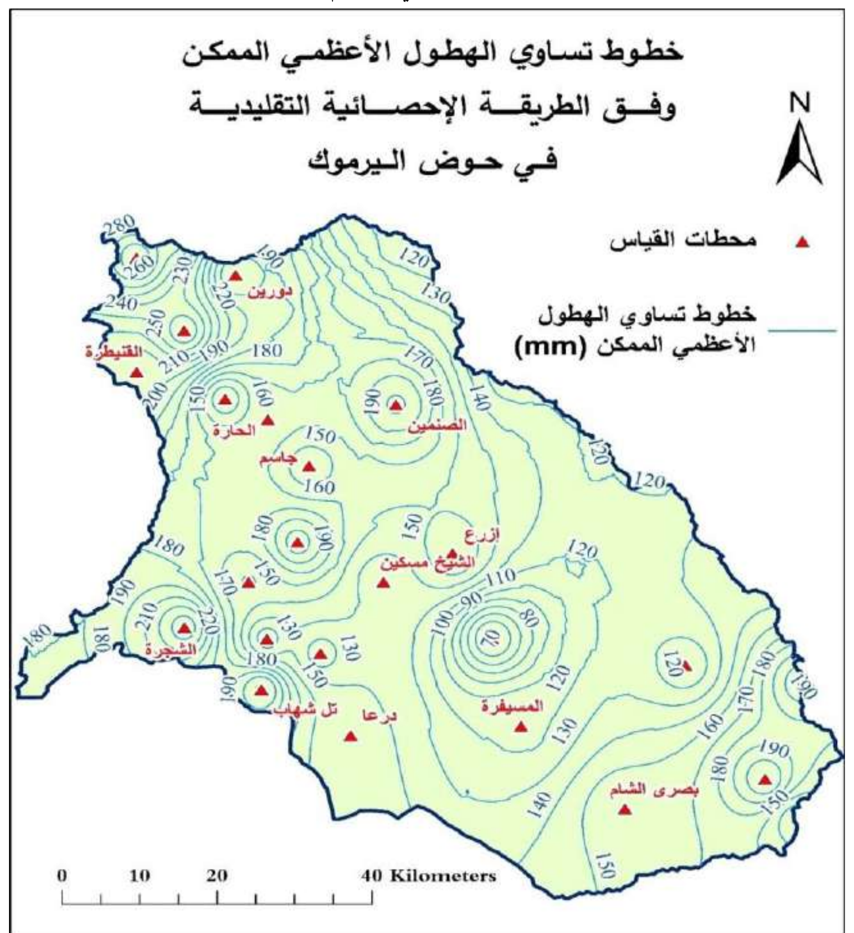
إن الهطولات المتوفرة في منطقة الدراسة هي الهطولات اليومية، استناداً لهذه القيم تم انتخاب القيم السنوية العظمى ومعالجتها والحصول على القيم السنوية العظمى للهطولات ذات الديمومة المساوية ليوم واحد. كما تم حساب قيم الهطول اليومية العظمى لكل محطة باستخدام المعادلة (2) ومعامل التكرار الأعظم المساوي (6.09). بلغت أكبر قيمة للهطول اليومي الأعظم الممكن (300 mm) في محطة (حضر)، بينما كانت أكبر قيمة هطول يومي مسجلة في هذه المحطة (148 mm). يوضح الجدول (5) قيم الهطول الأعظم الممكن لفترة (24) ساعة بعد تصعيد القيم اليومية للهطول الأعظم الممكن بالمعامل (1.13) المستنتجة لكل محطة بالإضافة للقيمة العظمى المسجلة عندها. يجب أن تكون النسبة بين قيمة الهطول اليومي الأعظم الممكن للمحطة والقيمة العظمى المسجلة عندها أقل من (3)، وذلك حسب (WMO, 2009)، بناءً عليه حُسبت هذه النسبة لكامل المحطات وكانت جميعها أقل من (3).

باستخدام قيم الهطول اليومي الأعظم الممكن (PMP) المحسوبة وفق الطريقة الإحصائية التقليدية حسب الجدول (5)، تم رسم خارطة خطوط تساوي الهطول الأعظم الممكن في الشكل (4)، باستخدام برنامج نظام المعلومات الجغرافي (ArcGIS).

جدول (5) قيم الهطول اليومي الأعظم الممكن المصعدة بـ (1.13) وفق الطريقة الإحصائية التقليدية والقيمة العظمى المسجلة عند كل محطة.

المحطة	X_{max} (mm)	PMP (mm)	المحطة	X_{max} (mm)	PMP (mm)
الحارة	84.0	164.5	خان أرنبة	130.7	257.8
الحراك	27.0	59.3	خرابو	77.7	120.8
السويداء	66.0	113.0	خلخلة	63.0	119.4
الشجرة	97.0	225.6	درعا	87.9	141.4
الشرائع	52.0	116.1	مطار دمشق الدولي	46.5	142.3
الشيخ مسكين	65.0	131.7	دورين	88.3	179.3
الصنمين	80.0	191.6	دوما	61.0	108.1
الصورة الصغيرة	54.0	104.1	دير الحجر	40.0	94.7
العتيبة	42.0	92.3	رخلة	118.0	215.2
الغارية	82.0	165.6	زاكية	62.4	118.2
القنيطرة	105.5	212.1	سد العين	100.0	198.7
الكسوة	42.9	85.6	شهبا	79.0	133.2
المزة	61.1	111.2	صلخد	85.0	142.2
المسيفرة	73.0	118.0	طفس	70.0	125.0
الهيجانة	48.4	94.8	عرطوز	52.7	117.3
إزرع	100.0	159.6	عرنة	122.8	242.1
بصرى الشام	93.0	157.7	عين العرب الجنوبية	119.0	196.4
بيت جن	153.2	286.4	قرحتا	47.0	108.8
تسيل	82.0	149.2	قطنا	79.0	136.1
تل شهاب	140.0	201.9	مشتل دوير الحراجي	42.0	101.9
جاسم	72.0	142.7	نبع الصخر	70.0	141.5
جلين	63.9	124.5	نوى	112.0	195.3
حضر	148.0	300.6	يعفور	46.0	89.9

الشكل (4) خطوط تساوي الهطول اليومي الأعظم الممكن – حوض اليرموك.



8- النتائج والتوصيات:

1- بلغت أكبر قيمة لمعامل التكرار (Km) وفق الطريقة الإحصائية التقليدية (6.09) في محطة (سد العين).

2- بلغت أكبر قيمة للهطول الأعظم الممكن لفترة (24) ساعة (300 mm) وفق الطريقة الإحصائية التقليدية، بينما كانت أكبر قيمة هطول يومي مسجلة في هذه المحطة (148 mm).

3- تم رسم خريطة خطوط تساوي الهطول الأعظم الممكن لـ (24) ساعة في حوض اليرموك باستخدام برنامج نظام المعلومات الجغرافية (ArcGIS).

4- انجاز خريطة تساوي الهطول الأعظم الممكن يوفر وسيلة وأداة ممتازة لتصميم المنشآت.

5- يمكن أن نوصي هنا باستكمال انجاز خرائط تساوي الهطول الأعظم الممكن لكل الأحواض لتكون جاهزة عند الحاجة.

المصادر والمراجع:

- محمد، سماح. (2018). **الهطول الأعظم الممكن كأساس لتصميم مفيضات السدود في سوريا**. دكتوراه. قسم الهندسة المائية. كلية الهندسة المدنية. جامعة دمشق. دمشق: سوريا. ص: 193.

- مرعي، يوسف، والشريف. (2003). **الحقوق المائية وفض النزاعات**. دمشق: سوريا. جامعة دمشق

- الشبلاق، محمد، والتجار، محمد هشام. (1994). **الهيدرولوجيا**. دمشق: سوريا. جامعة دمشق. ص: 465.

- العاسمي، سهى. (2011). **دراسة العلاقة بين الهطول المطري والجريان السطحي في حوض اليرموك**. ماجستير. قسم الهندسة المائية. كلية الهندسة المدنية. جامعة دمشق. دمشق: سوريا. ص: 130.

- Casas, M., Rodríguez, R. A., Prohom, M., Gázquez, A., & Redaño, A. (2010). Estimation of the probable maximum precipitation in Barcelona (Spain). **International Journal of Climatology.** Vol:31. No:9. 1322–1327. https://doi.org/10.1002/joc.2149

- DIN 19700. (2004). Stauanlagen Teil 11, Talsperren.Germany.

- Hershfield, D. M. (1961). Estimating the probable maximum precipitation. **Journal of the Hydraulics Division**. Vol:87. No: 5. pp: 99–116. https://doi.org/10.1061/jyceaj.0000651

- Hershfield, D. M. (1965). Method for estimating probable maximum rainfall. **Journal American Water Works Association**. Vol:57. No:8. pp: 965–972. https://doi.org/10.1002/j.1551-8833.1965.tb01486.x

- Lemperiere, F. (1993). Dams that have failed by flooding: an analysis of 70 failures **International Water Power & Dam**

Construction. Vol: 9. pp.2-19. London: England. Progressive Media International.

- Pallant, J. (2016). **SPSS Survival Manual: A Step by Step Guide to Data Analysis Using IBM SPSS**. New York: USA. McGraw-Hill Education. p:377.

- Şen, Z., As-Sefry, S., & Al-Harithy, S. (2016). Probable maximum precipitation and flood calculations for Jeddah area, Kingdom of Saudi Arabia. **Environmental Earth Sciences**. Vol: 76. No:1. https://doi.org/10.1007/s12665-016-6312-z

- World Meteorological Organization. (2009). **Manual on Estimation of Probable Maximum Precipitation (PMP)**. Geneva: Switzerland. No. 1045. p:291. World Meteorological Organization (WMO).

إشكالية الإمتطاحات السيلية بالأحواض الجبلية المغربية
التحديد والاستخلاص والتصنيف
نموذج حوض شبوكة (حوض أم الربيع ـ المغرب)

نادية لحلو
استاذة باحثة بكلية الآداب والعلوم الإنسانية
جامعة محمد الخامس الرباط، المملكة المغربية
n.lahlou@um5r.ac.ma

محمد الغاشي
استاذ باحث بكلية الآداب والعلوم الإنسانية
جامعة السلطان مولاي سليمان بني ملال، المملكة المغربية
elghachi_mohamed@yahoo.fr

الملخص:

يجمع الهيدرولوجيون على ضرورة دراسة وتحديد الإمتطاحات باعتبارها المرحلة الأكثر حساسية في السلوك الهيدرولوجي لأي مجرى مائي، وبالتالي المحرك والمسؤول الرئيسي عن الفيضانات. تعتبر الإمتطاحات السيلية، من الظواهر الهيدرولوجية القصوى الاستثنائية، تترتب عنها غالبا خسائر كارثية على المستوى المادي والبشري والبيئي. تحدث هذه الإمتطاحات السيلية، استجابة لتساقطات مطرية قوية ومركزة في الزمان والمكان. حيث تشكل تحديا كبيرا للساكنة، تعقد عمليات التدبير خاصة بالأحواض النهرية الجبلية غير المهيئة.

يعتبر "واد شبوكة " رافدا رئيسيا لواد سرو الذي يعتبر أهم روافد حوض أم الربيع ثاني أكبر الاحواض النهرية بالمغرب. يمتد على مساحة 307،84 كلم^2، يتميز بفعل خصائصه الطبيعية والمناخية، بنشاط وتردد ظاهرة الإمتطاحات السيلية، ينتمي طبوغرافيا إلى الأطلس المتوسط، تتحدد أعلى ارتفاعاته في 2200م بعالية الحوض وأدناها في 794م بسافلته.

وبالتالي يبقى الهدف من هذه المساهمة العلمية، هو إظهار أهمية هذه الظواهر الهيدرولوجية القصوى (الإمتطاحات السيلية)، فهم نشأتها وتحديد أليات اشتغالها وتأثيرها على المجال والوقوف على سبل تدبيرها. ولتحقيق ذلك تم الاعتماد على منهجية جغرافية بمحرك إحصائي، من خلال معالجة وتحليل المعطيات الهيدرومناخية التي توفرها محطة لهري (1971-2022) وذلك على المستوى اليومي بالنسبة للتساقطات المطرية واللحظي بالنسبة للمعطيات الخاصة بالصبيب، هذا بالإضافة إلى اعتماد مجموعة من الطرق الهيدرولوجية، قصد استخلاص، تصنيف و تحليل الإمتطاحات السيلية التي سجلها ويسجلها هذا الحوض وتحديد فترات رجوعها.

الكلمات المفتاحية: حوض شبوكة (حوض أم الربيع– المغرب)، الهيدرولوجيا القصوى، الإمتطاحات السيلية، تدبير المخاطر.

The problem of torrential floods in Moroccan mountain basins: determination, extraction and classification.

Lahlou Nadia
Professor researcher, Faculty of Arts and Humanities, University Mohamed V, Rabat-Morocco
n.lahlou@um5r.ac.ma

El Ghachi Mohamed
Faculty of Arts and Humanities, Sultan Moulay Slimane University Beni Mellal, Morocco
elghachi_mohamed@yahoo.fr

Abstract:

Hydrologists agree on the necessity of studying and determining raw, as it is the most sensitive stage in the hydrological behavior of any watercourse, and therefore the main responsible for floods. Torrential raws are considered extreme and exceptional hydrological phenomena, often resulting in catastrophic losses on the material, human and environmental levels. These torrent surges occur in response to strong and concentrated rainfall in time and space. As they pose a major challenge to the population, management operations are complicated, especially in unprepared mountain river basins. Wad Chbouka is a major tributary of Wad Srou, the main tributary of the Umm al-Rabiya basin, Morocco's second largest river basin. Stretching over an area of 307, 84 km2, characterized by its natural and climatic properties, active and frequent the phenomenon of Torrential raws, topography belongs to the medium atlas, its highest altitude is determined in 2200 m with the height of the basin and its lowest in 794 m with its asphalt.

The aim of this scientific contribution, therefore, remains to demonstrate the importance of these extreme hydrological phenomena (Torrential raws), to understand their origin, to identify the mechanisms for their operation and their impact on the field, and to identify ways of managing them. To achieve this, a geographical methodology was based on a statistical engine, through the processing and analysis of the hydrometeorological data provided by the Heri station (1971-2022) at the daily level for rainfall and instantaneous projections for the data of the Sabib, in addition to the adoption of a series of hydrological methods, in order to extract, classify and analyze the tuberculosis recorded by the basin and determine its return periods.

***Keywords*:** Chbouka Basin (Umm Er-Rbia Basin - Morocco) - extreme hydrology - torrential raws - risk management.

تقديم:

بالرجوع إلى البيبليوغرافيا، لا نجد تعريف محدد للإمتطاحات، بل مجموعة من التعاريف. فهناك من يعرفها ب " تدفق المياه بشكل يتجاوز الصبيب العادي لمجرى معين، نتيجة لهطول الامطار أو ذوبان الثلوج". وبعض الهيدرولوجيين ،يعرفها بتراكم او تزايد المياه التي تغمر المجرى بمعنى" المياه المتدفقة". وتحدث غالبا بسبب هطول الامطار الغزيرة، وبالتالي زيادة منسوب المياه في مجرى مائي معين مثل النهر أو البحيرة. في حين البعض الأخر من الهيدرولوجيين يؤكدون على أن الإمتطاحات، هي مرحلة هيدرولوجية ما بين الصبيب العادي وما بين الفيضانات. ومن وجهة نظر الجيومورفولوجيين، تلعب الإمتطاحات دورا مهما في التغيرات الجيومورفولوجية التي يعرفها المجرى المائي، (Bavard & Petit, 2000). عموما نخلص إلى أن الإمتطاحات، هي ارتفاع منسوب المياه ليتجاوز صبيبه العادي. (الحلو، الغاشي، و الخالقي، 2014)

أما بالنسبة للإمتطاحات السيلية Les crues torrentielles فنجد أن (Gourley, Erlingis, Ortega, & Hong, 2010)، يعرفونها ب " صبيب سريع يتميز بقيم قصوى، خلال فترة وفرة الموارد المائية بمنطقة جافة عادة، أو الزيادة السريعة في مستوى المياه تتجاوز الصبيب العادي في مجرى معين ..." بينما يقترح (Gaume, 2009) تعريفا كميا للإمتطاحات السيلية والتي تشمل الأحواض النهرية، التي تقل مساحتها عن 500 كلم^2، والتي تخضع لنظام تساقط يستغرق أقل من 24 ساعة، مع تراكم يزيد عن 100 ملم، لمدة بضع ساعات. (الحلو، 2021)

نخلص عموما إلى أن الإمتطاحات السيلية، هي إمتطاحات سريعة تكون غالبا محملة بالرواسب، تظهر بالمجاري المائية الموسمية أو مؤقتة، تحدث نتيجة تساقطات مطرية قوية ومركزة في الزمان والمكان. لهذا تعتبر دراسة الإمتطاحات السيلية، من أهم الدراسات الهيدرولوجية المعقدة والصعبة في نفس الوقت، نظرا لفجائيتها، سرعتها وتأثيرها على المجال والإنسان.

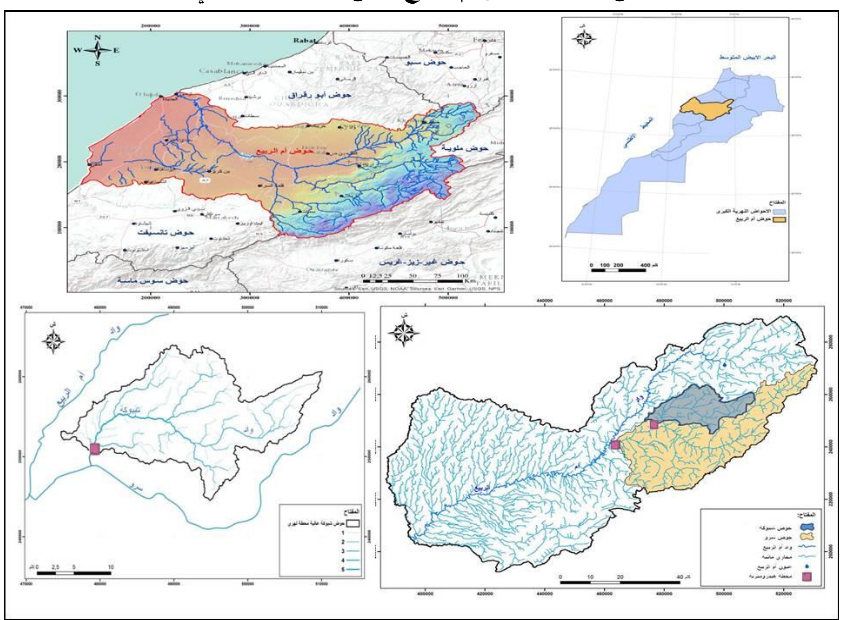
I. تقديم المجال المدروس:

يوجد حوض شبوكة بعالية حوض أم الربيع، الذي يعتبر ثاني أكبر الأحواض النهرية الكبرى بالمغرب من حيث الموارد المائية. يقع بين خطي طول 15°5' و40°5' غرب

خط غرينتش، وخطي عرض '32°50 و33° شمال خط الاستواء، يعتبر أيضا من أهم روافد واد سرو، الذي يعتبر بدوره أهم رافد لواد أم الربيع على مستوى العالية، حيث يلعب دور المغذي و المزود الرئيسي بالموارد المائية بالإضافة للروافد الثانوية. يمتد حوض شبوكة على مساحة 307،84 كلم^2، بينما تتحدد أعلى إرتفاعاته في 2200 م بعالية الحوض وأدناها في 794م بسافلته.

الخريطة (1) موقع حوض شبوكة على المستوى الوطني

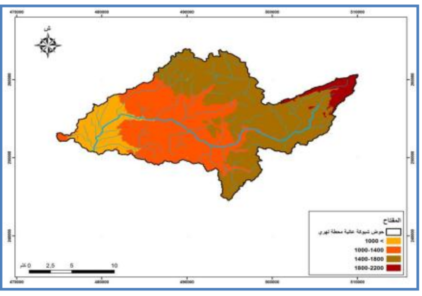
على مستوى حوض أم الربيع وعلى المستوى المحلي

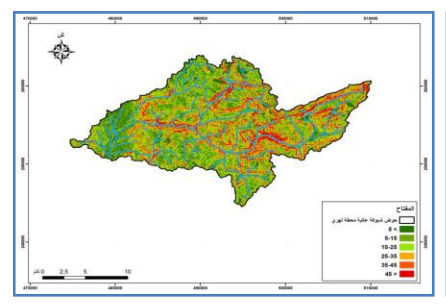


يتميز حوض شبوكة ببنية ذات صخور مختلفة التوزيع، المقاومة والسحنات، تتشكل أساسا من الدولومي، الصلصال، البازلت والحث. وهذا التوزيع المختلف تحكمت فيه الحركات البنيوية التي تعرضت لها المنطقة. ينتمي جزء كبير من حوض شبوكة خاصة بسافلته، إلى منخفض خنيفرة وسرو، الذي يحده الأطلس المتوسط من الشرق والهضبة الوسطى من الغرب. كما يتميز الحوض بتفاوت في الارتفاعات وقوة في الانحدارات نظرا لارتباطه الطبوغرافي بالأطلس المتوسط، هذا بالإضافة إلى تنوع غطائه النباتي، الذي يتميز بالكثافة بالعالية والتدهور والانفتاح بالوسط والسافلة، وبالتالي فتضافر كل هذه العوامل يكون له غالبا تأثير قوي على سـرعة الجريان السطحي في الفترات المطـيرة، وبالتالي نشـاط مختلف

الظواهر الهيدرولوجية الخطيرة، وعلى رأسها ظاهرة الإمتطاحات السيلية.

الخريطة (2 و3) توزيع الارتفاعات والانحدارات بحوض شبوكة





أولاً: الجانب المنهجي وأدوات العمل :

1- المعطيات المعتمدة:

لاستخلاص الإمتطاحات السيلية ولتحديد وضعية الموارد المائية بحوض شبوكة وإنعكاسها على المجال والإنسان، سنعتمد على معطيات التساقطات المطرية السنوية والصبيب اللحظي، التي توفرها محطة لهري وذلك خلال السلسلة الإحصائية التالية (1971-2022).

الجدول (1) محطة لهري الهيدرومترية (1971-2022).

اسم المحطة	موقع المحطة	الإحداثيات			نوع المعطيات
		Z	Y	X	
لهري	واد شبوكة	830	251200	478500	- التساقطات المطرية السنوية (1971-2022). - الصبيب اللحظي (1975-2019)

أما على المستوى المنهجي، فسنركز على الجانب الإحصائي باعتماد مجموعة من الأدوات والطرق العلمية الإحصائية، وذلك بهدف تحديد واستخلاص الإمتطاحات السيلية اللحظية، وأيضا العمل على تصنيفها وذلك على النحو التالي .

2- استخلاص و تصنيف الإمتطاحات السيلية بحوض شبوكة :

سنعتمد في تحديد واستخلاص الإمتطاحات السيلية بحوض شبوكة على أعلى صبيب ذروة لحظي مسجل خلال السنة الواحدة، طيلة المدة الزمنية المدروسة (1971-2022)، وذلك بمحطة لهري بسافلة الحوض. سنعمل على تصنيف الإمتطاحات المستخلصة بحوض

شبوكة بشكل دقيق، حسب المستويات التالية :

- ✓ شكل الإمتطاح (عادي / مركب)
- ✓ المدة الزمنية للإمتطاح (طويلة / قصيرة)
- ✓ المدة الزمنية للصعود والنزول
- ✓ فترة الظهور حسب الفصول (فصول مناخية / فصول هيدرولوجية)

وذلك لكون هذه التصنيفات ستعطي لمحالة فكرة دقيقة على السلوك الهيدرولوجي للمجرى في الفترات الرطبة والجافة. وأيضا ستسمح لنا بالتنبؤ بظاهرة الإمتطاحات التي يشهدها حوض شبوكة، وبالتالي تحديد درجة تأثيرها على المجال.

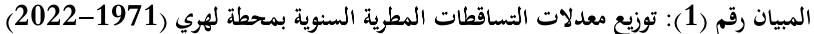
ثانياً: النتائج والتحليل:

بالنسبة للنتائج المحصل عليها، فهي نتائج مبنية في ما يتعلق بالخصائص المناخية على معطيات التساقطات المطرية السنوية واليومية، وبالنسبة لاستخلاص وتحديد الإمتطاحات فقد تم التركيز بشكل أساسي على معطيات الصبيب اللحظي التي توفرها محطة لهري (1971-2022)، بالإضافة إلى العمل الميداني، الذي اتضح لنا من خلاله أن المجال يعرف تدخل بشري كبير جدا، خاصة بمنطقة لهري، الأمر الذي يؤثر على السلوك الهيدرولوجي للمجرى الرئيسي، الذي يؤثر بدوره وبشكل خطير على المجال والإنسان بسافلة الحوض.

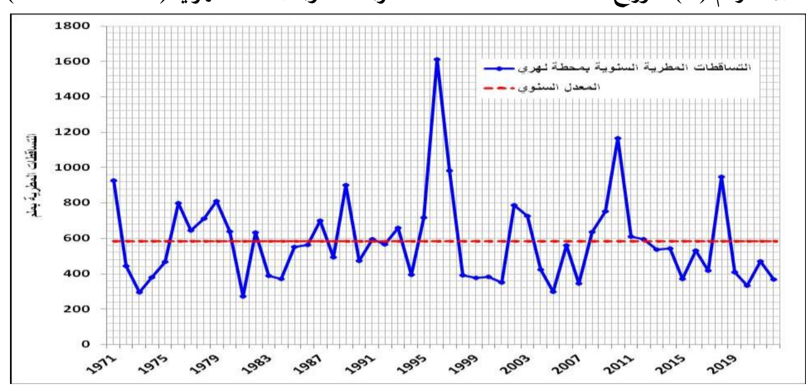
1 – الخصائص المناخية بحوض شبوكة:

1-1- توزيع التساقطات المطرية السنوية بمحطة لهري (1971-2022):

يتسم التوزيع السنوي للتساقطات المطرية بمحطة لهري (1971-2022)، بالتباين والإختلاف من سنة لأخرى، حيث نميز بين سنوات مطيرة ساهمت لمحالة في وفرة الموارد المائية، وبالتالي تغذية مهمة للمجرى الرئيسي لواد شبوكة، وأخرى جافة تميزت بضعف الموارد المائية.



المبيان رقم (1): توزيع معدلات التساقطات المطرية السنوية بمحطة لهري (1971–2022)

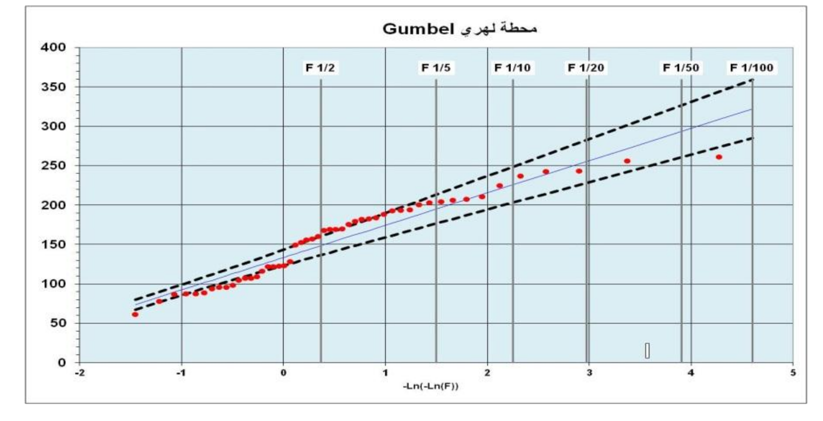


يتضح من خلال مبيان توزيع التساقطات المطرية السنوية لمدة 52 سنة، أن محطة لهري قد سجلت بتجاوزها للمعدل السنوي العام المحدد في 583 ملم 30 سنة جافة و 22 سنة رطبة، تميزت بالتباين والتفاوت وذلك بتوالي السنوات الجافة والرطبة بمعدل ثلاث أو أربع سنوات. كما بلغت أعلى قيمة على المستوى السنوي، خلال السلسلة الإحصائية المدروسة (1971-2022) 1616ملم وذلك سنة 1996، بينما تحددت أدنى القيم في 274 ملم سنة 1981 ،أي بفارق 1342 ملم.

1-2- تردد التساقطات المطرية السنوية العليا بمحطة لهري (1971-2022):

لتدقيق الدراسة أكثر حول أهمة وطبيعة التساقطات المطرية، وتحديد تأثيرها وانعكاسها على الموارد المائية بالحوض، سنعمل على دراسة وتحليل ترددات القيم السنوية العليا لمحطة لهري طيلة 52 سنة المدروسة وذلك حسب قانون (Gumbel)، المبيان رقم (2) :

المبيان رقم (2): تردد التساقطات المطرية السنوية العليا بمحطة لهري حسب قانون Gumbel



نسجل أيضا من خلال نتائج تردد قيم التساقطات المطرية السنوية العليا بمحطة لهري حسب قانون Gumbel، إختلاف وتباين في توزيع قيم التساقطات المطرية، التي عرفت تركز للقيم ما بين 1- و 2، وتبيان كبير ما بين السنوات الرطبة والجافة، حيث سجلت سنوات رطبة استثنائية (1996 و 2002 و 2010)، ساهمت لمحالة في وفرة الموارد المائية، وبالتالي تغذية مهمة للمجرى الرئيسي. كما سجلت أيضا سنوات جافة استثنائية، (1975 و 1981 و 2005 و 2020)، عرف خلالها الحوض نقص حاد في الموارد المائية.

الجدول (2) خصائص تردد التساقطات المطرية السنوية العليا بمحطة لهري (1971-2022)

المحطات المناخية	عدد القيم N. de valeurs	المعدل ب ملم Moyenne	الوسيط ب ملم Médiane	الإنحراف المعياري ب ملم Ecart-type	معامل التغيير % C.Variation
لهري	52	166,5	168,5	72,6	**44%**

ولتدقيق الدراسة أكثر سنعمل على تحديد فترات رجوع القيم العليا الخاصة بالسنوات الرطبة، باعتبارها المسؤولة غالبا عن ظهور وتردد ظاهرة الإمتطاحات وبالتالي القدرة على التنبؤ بها وتقدير الكميات المطرية التي يمكن أن يستقبلها الحوض وأيضا معرفة فترات رجوعها، الجدول رقم (3):

الجدول (3) فترات رجوع التساقطات المطرية السنوية العليا بمحطة لهري (1971-2022)

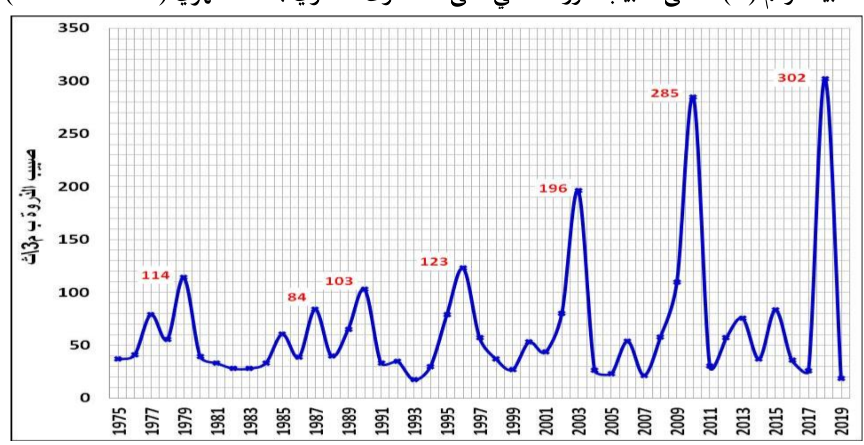
الترددات	1/2	1/5	1/10	1/20	1/50	1/100
فترات الرجوع	سنتين	5 سنوات	10 سنوات	20 سنة	50 سنة	100 سنة
محطة لهري	148	195	226	255	294	**496**

يتضح من خلال النتائج المحصل عليها (الجدول رقم 3) أن القيم التي تتراوح ما بين 140 ملم و190 ملم هي الأكثر ترددا، بحيث تتكرر كل سنتين وكل خمس سنوات، وبالتالي هي التي يجب التركيز عليها وأخدها بعين الاعتبار في كل العمليات سواء الخاصة بالتهيئة أو التنمية. بينما تطول فترات رجوع القيم العليا وذلك ما بين 50 و100 سنة بالنسبة للقيم الاستثنائية التي سجلها الحوض مرة واحدة أو التي لم يسبق له تسجيلها لحد الأن، بينما تحددت فترات رجوع القيم المتوسطة المسجلة بالحوض والتي تتراوح ما بين 220 و250 ملم مرة كل 10 سنوات أو 20 سنة.

2- تحديد واستخلاص الإمتطاحات السيلية اللحظية بحوض شبوكة (1975-2019):

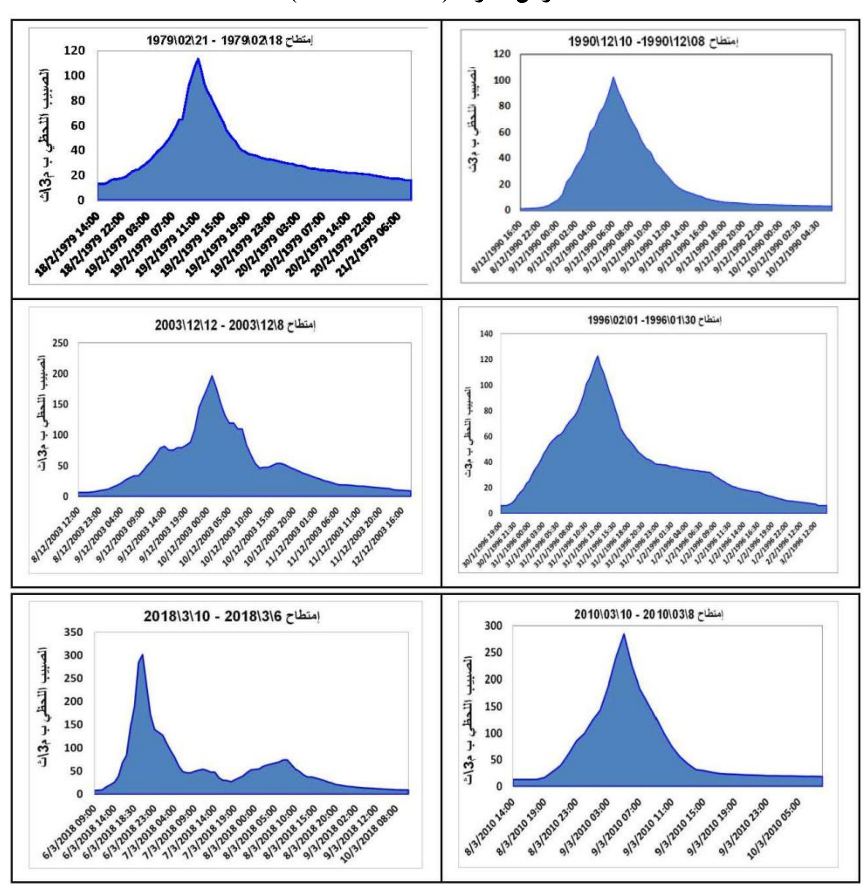
انطلاقا من النتائج المحصل عليها بالاعتماد على أعلى صبيب ذروة، وذلك استنادا على معطيات الصبيب اللحظي، سجل حوض شبوكة خلال المدة الزمنية المدروسة (1975-2019)، بمحطة لهري 45 إمتطاح. وفي ما يلي نماذج لأهم هذه الإمتطاحات:

المبيان رقم (3): أعلى صبيب ذروة لحظي على المستوى السنوي بمحطة لهري (1975-2019)



يتضح من خلال النتائج المحصل عليها المبيان رقم (3)، أن أهم الإمتطاحات التي شهدها حوض شبوكة، قد سجلت بمحطة لهري خلال العشر سنوات الأخيرة، ويمكن تفسير ذلك بتأثير التغايرية المناخية التي ازدادت حدتها خلال هذه الفترة. بلغ أعلى صبيب ذروة 302 م3\ث سنة 2018، بينما تحدد أدنى صبيب ذروة بنفس المحطة في 17.3 م3ث سنة 1993، أي بفارق 288.7 م3\ث. والمبيانات رقم (4-7) تمثل أهم الإمتطاحات اللحظية السيلية التي سجلها الحوض خلال 45 سنة:

المبيان رقم (4–7) بعض نماذج الإمتطاحات السيلية اللحظية المسجلة بحوض شبوكة (1975–2019)

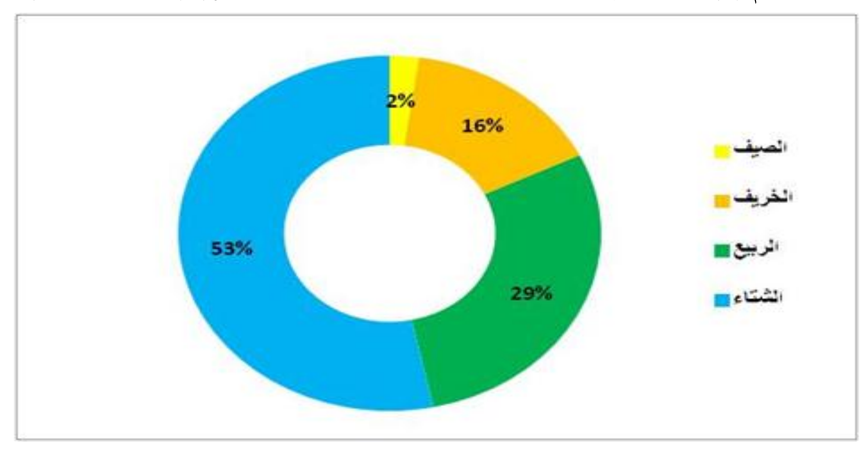


3 – تصنيف الإمتطاحات السيلية اللحظية بحوض شبوكة (1975–2019):

3–1– التصنيف حسب الفصول المناخية :

بعدما عملنا على استخلاص العدد الإجمالي للإمتطاحات السيلية اللحظية التي شهدها حوض شبوكة خلال الفترة الممتدة من 1975 إلى 2019، والمتمثل في 45 إمتطاح، اعتمادا على أعلى صبيب ذروة. سنعمل خلال هذه المرحلة على تصنيف هذه الإمتطاحات حسب الفصول المناخية، وذلك بهدف التعرف على الفصول الأكثر إمتطاحا، والمبيان رقم (8) يوضح ذلك بشكل دقيق :

المبيان رقم (8) تصنيف الإمتطاحات حسب الفصول المناخية بمحطة لهري (1975–2019)

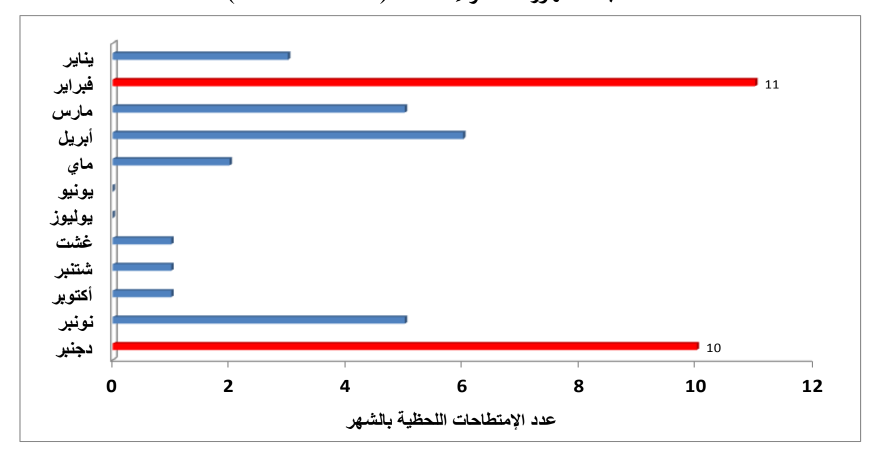


يتأكد من خلال النتائج المحصل عليها بالمبيان رقم (8)، الذي يمثل فترات ظهور الإمتطاحات اللحظية السنوية حسب الفصول، أن فصل الشتاء الذي يوافق في الغالب فترة الوفرة في الموارد المائية، هو الفصل الأكثر إمتطاحا بالحوض، وذلك بتسجيله لنسبة 53 %من مجموع الإمتطاحات، أي 24 إمتطاح لحظي خلال 45 سنة، يليه من حيث الأهمية فصل الربيع الذي سجل بدوره عدد مهم من الإمتطاحات اللحظية السنوية، والتي تحددت في 13 إمتطاحا، وقد تم تسجيل ذلك في غالب الأحيان بالسنوات الرطبة التي عرفت تغذية مزدوجة من خلال ذوبان الثلوج. لكن يبقى الاختلاف في قوة تأثير هذه الإمتطاحات السيلية اللحظية، وفترات ظهورها خاصة تلك التي تسجل غالبا في فصلي الصيف والخريف، بمعنى قد تكون عدد حالات الإمتطاح خلال فصل ما قليلة في عددها لكنها قد تكون قوية في تأثيرها، إذا ما حدثت نتيجة تساقطات مطرية قوية ومركزة في الزمان والمكان، وذلك بفعل العواصف الرعدية التي يشهدها الحوض خلال هذه الفترة. وسنعمل في ما يلي على التفصيل أكثر في الخصائص الهيدرولوجية لهذه الإمتطاحات وذلك حسب الشهور.

3-2- التصنيف حسب الشهور الأكثر إمتطاحا بحوض شبوكة :

بعدما عملنا على تصنيف الإمتطاحات اللحظية السنوية حسب الفصول، سنعمل على تدقيق الدراسة أكثر وإعادة تصنيفها حسب الشهور الأكثر إمتطاحا، وبالتالي تحديد الشهور التي سجلت بها أهم الإمتطاحات اللحظية الفصلية بكثرة، وذلك دائما حسب السلسلة الإحصائية (1975-2019)، والمبيان رقم (9) يمثل النتائج المحصل عليها :

المبيان رقم (9) تصنيف الإمتطاحات السيلية اللحظية المسجلة بحوض شبوكة حسب الشهور الأكثر إمتطاحا (1975–2019)



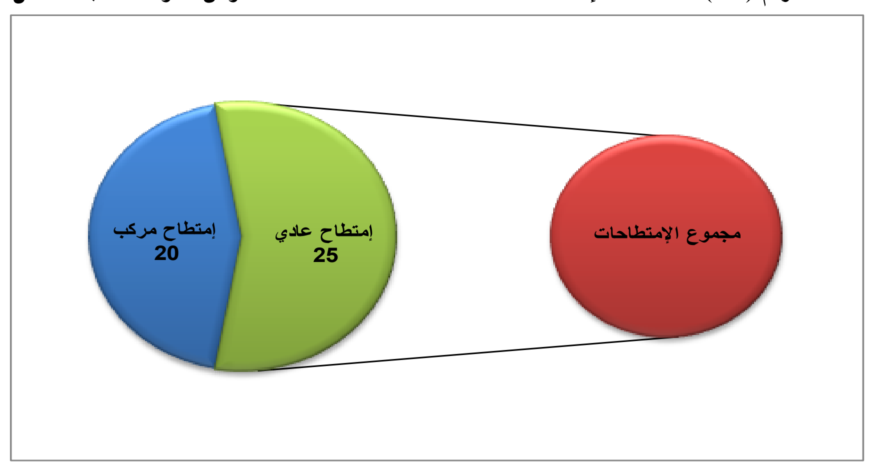
يتبين من خلال المبيان رقم (9)، وحسب النظام الهيدرولوجي لحوض شبوكة أن الشهور التي توافق فترة المياه العليا، والتي تتحدد في 5 شهور من دجنبر إلى أبريل، هي الأكثر إمتطاحا بالحوض، مع تسجيل تباين واختلاف في التوزيع وذلك من شهر لأخر ومن حوض لأخر. لقد سجل أكبر عدد من الإمتطاحات بشهر فبراير بمجموع 11 إمتطاحا، ودجنبر ب10 إمتطاحات، وهي بذلك أعداد مهمة تؤكد على أهمية وقوة الصبيب اللحظي بهذه الفترة، وتؤكد أيضا ما تم التوصل إليه في التصنيف الفصلي.

أما بالنسبة للشهور التي توافق فترة المياه الدنيا (Basse Eaux) والتي تتحدد حسب النظام الهيدرولوجي للحوض في 7 شهور من ماي إلى نونبر، فقد تبين من خلال النتائج المحصل عليها أن بعض الشهور مثل يونيو ويوليوز وغشت سجلت إمتطاحات قليلة، لكنها تتميز بخاصية الخطر نظرا لسرعة ظهورها وأهمية صبيبها. وهذا ما سنتطرق إليه من خلال التصنيف حسب الشكل.

3-3- التصنيف حسب الشكل :

سنعمل خلال هذه المرحلة على تدقيق الدراسة أكثر وذلك بتصنيف الإمتطاحات اللحظية المسجلة دائما بحوض شبوكة، حسب الشكل، وذلك نظرا للدور الكبير الذي يلعبه في تفسير السلوك الهيدرولوجي وفهم ميكانيزمات الاشتغال. حيث يمكننا من خلاله التمييز بين الإمتطاحات العادية والمركبة، والمبيان رقم (10)، يوضح ذلك بشكل دقيق :

المبيان رقم (10) : تصنيف الإمتطاحات السيلية اللحظية المسجلة بحوض شبوكة حسب الشكل



تثبت النتائج المحصل عليها، أن 45 إمتطاحا المسجلة بمحطة لهري (1975-2019)، أغلبها إمتطاحات عادية حيث تحدد مجموعها في 25 حالة، مقابل 20 إمتطاحا مركبا، الشيء الذي يعقد عمليات التهيئة والتدبير داخل هذا الحوض، نظرا لسرعتها وقصر مدتها وقوة صبيبها، مع الاخذ بعين الاعتبار غياب تام لأي محطة هيدرومناخية بعالية الحوض للتنسيق مع السافلة والإنذار بالخطر.

وبهذا يمكن القول أن حوض شبوكة يسجل كل أنواع الإمتطاحات، المركبة والعادية. ويمكن تفسير ذلك كما سبقت الإشارة بطبيعة خصائصه الطبوغرافية والمناخية والجيولوجية بالإضافة إلى التدخل البشري بالمجرى . (لحلو، الغاشي، و الخالقي، 2014)

3-4- التصنيف حسب المدة الزمنية بالساعات (H):

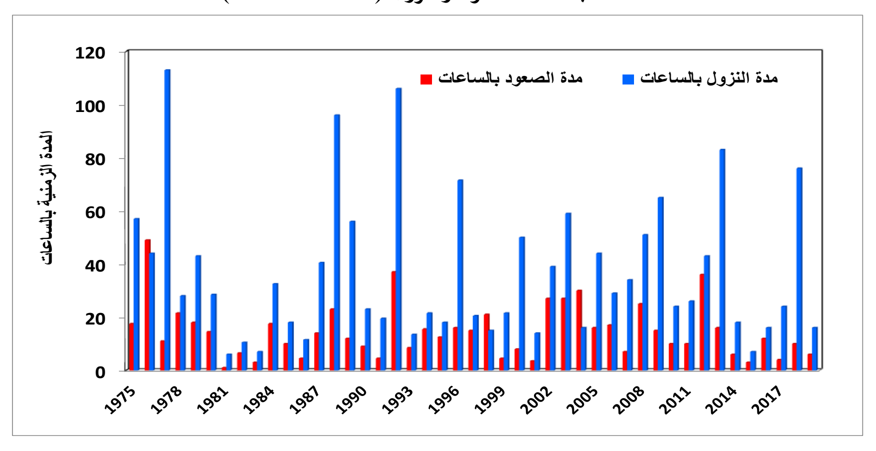
تلعب المدة الزمنية إلى جانب باقي الخصائص دور مهم في تصنيف الإمتطاحات، والتي نميز فيها بين (الطويلة، المتوسطة، القصيرة)، ويتم تحديدها إما بالشهور والأيام والساعات أو بالدقائق. كما نميز أيضا داخل هذه المدة الزمنية بين المدة التي يستغرقها الإمتطاح في الصعود والنزول أيضا، والتي تفصل بينهما ذروة الإمتطاح. وكل ذلك بغية التعرف على أطول وأقصر مدة زمنية يمكن أن يستغرقها الإمتطاح، وبالتالي سنتمكن من تتبعه والتنبؤ بحصوله. . (لحلو، الغاشي، و الخالقي، 2014)

الجدول (4) تصنيف الإمتطاحات السيلية اللحظية المسجلة بمحطة لهري حسب أطول وأقصر مدة زمنية (1975–2019).

إسم المحطة	المدة الزمنية بالساعات		مدة الصود والنزول بالساعات			
	أطول مدة زمنية ب H	أقصر مدة زمنية ب H	أطول مدة صعود ب H	أقصر مدة صعود ب H	أطول مدة نزول ب H	أقصر مدة نزول ب H
لهري (1975-2019)	143	7	49	1	113	6

تبرز النتائج المحصل عليها، بالجدول رقم (4) والمبيان رقم (11)، أن هناك تباين وإختلاف في المدة الزمنية التي إستغرقتها الإمتطاحات داخل نفس الحوض، حيث أن أقصر مدة زمنية بالساعات تحددت في 7 ساعات ،بينما تحددت أطول مدة زمنية في 143 ساعة، أي ما يقارب 6 أيام متوالية من الإمتطاحات، وهو الأمر الذي يفسر أيضا طول مدة النزول ورجوع الصبيب إلى حالته العادية، والتي تحدد أطولها في 113 ساعة، وبالتالي فالحوض سيكون لمحالة تحت وطأة كارثة هيدرولوجية كبيرة.

المبيان رقم (11) : تصنيف الإمتطاحات السيلية اللحظية المسجلة بحوض شبوكة حسب مدة الصعود والنزول (1975–2019)



تؤكد إذن النتائج المحصل عليها، أن من أهم خصائص الإمتطاحات اللحظية المسجلة بالأحواض الجبلية، نموذج حوض شبوكة، هي سرعة الظهور، كما أنها تستمر لمدة زمنية طويلة قبل أن يرجع الصبيب إلى حالته العادية، وبالتالي فهذه المدة الطويلة قد تنعكس سلبا على السلوك الهيدرولوجي وأيضا التأثير على المجال والإنسان خاصة بسافلة الحوض، الذي يعرف تمركز أغلب الساكنة والأنشطة الاقتصادية.

خلاصة:

نخلص من خلال هذه الدراسة إلى أن معظم الإمتطاحات السيلية اللحظية المسجلة بحوض شبوكة خلال المدة الزمنية المدروسة (1975-2019)، ظهرت في فصلي الشتاء والربيع، وهذا يدل على أنها مرتبطة بشكل كبير بفترة الوفرة في الموارد المائية. كما أن أغلبها عبارة عن إمتطاحات عادية، خاصة تلك المسجلة بفصلي الصيف والخريف، والتي رغم قلتها إلا أنها تتخذ شكل عادي وتتميز بسرعتها وأهمية حمولتها الرسوبية بالإضافة إلى قصر مدتها الزمنية. وبالتالي فهذا النوع من الإمتطاحات يعقد كما سبقت الإشارة عمليات التدبير والتهيئة داخل الحوض، وهنا تتجلى أهمية هذه الدراسة التي يمكننا من خلالها التنبؤ بالإمتطاحات، خاصة بسافلة الحوض التي تعرف تدخل بشري كبير جدا، وذلك بحساب المدة الزمنية المرجعية التي يستغرقها الإمتطاح ما بين عالية الحوض وسافلته، وهذا يتطلب من الجهات المعنية، خاصة وكالة الحوض المائي لأم الربيع التدخل من خلال تجهيز وتزويد الحوض بمحطة هيدرومناخية ثانية بعالية الحوض، حتى يتسنى لنا التنسيق بين المحطتين وذلك باعتماد جهاز الإنذار المبكر للتنبؤ بحدوث الإمتطاحات وبالتالي تفادي الخطر.

المصادر والمراجع :

- الحافظ إدريس (2005). نشأة وتدبير الأخطار الهيدرولوجية داخل المدارات الحضرية: حالة وجدة وبركان والسعيدية (المغرب الشرقي). أطروحة لنيل الدكتوراه في الجغرافية ،جامعة سيدي محمد بنعبد الله كلية الآداب والعلوم الإنسانية فاس سايس.

- لحلو نادية (2021). الإمتطاحات بالحوض الأعلى لنهر أم الربيع (عالية مشرع الضحك) ما بين 1934-2018 : التحديد والقياس والتتبع والاستخلاص (المغرب). أطروحة لنيل الدكتوراه في الجغرافية، جامعة السلطان مولاي سليمان بني ملال- المغرب.

- لحلو نادية، الغاشي محمد، الخالقي يحي (2017). التهيئة الهيدرولوجية بعالية حوض أم الربيع بين تدبير مخاطر الفيضانات والتنمية الاقتصادية (جهة بني ملال خنيفرة، المغرب). International Journal for Environnement & Global Climat Change, ISSN 2310-6743, 14 p.

- الغاشي محمد، الخالقي يحي، لحلو نادية (2014). الإمتطاحات بالأحواض الجبلية المغربية، المقاربة المنهجية : التطبيق والنتائج حالة حوض أسيف غزاف بالأطلس الكبير الأوسط (جهة تادلة أزيلال، المغرب)، مجلة جيومغرب، العدد 10.

- Bavard, J.P. (1998). le temps et l'espace dans les systèmes fluviaux, deux dimensions spécifiques de l'approche géomorphologique .U. F. R de Géographie, Université de Paris-Sorbonne, n° 599, 1998, pp. 3-15

- Baptista, M. (1990). Contribution à l'étude de la propagation de crues en hydrologie, Thèse de doctorat, techniques de l'environnement. Centre National du machinisme agricole, du génie Rural, Des eaux et des forêts, Division, Hydrologique. 306p.

- El Ghachi, M. (2007). la seille : un système fluvial anthropisé (Lorraine, France) Tome 1, Thèse nationale, Université Paul Verlaine de METZ, France, 344p.

- Gourley, J.J.,Erlingis, J.M,Smith,T.M, Ortega,K.L and Hong,Y. (2010). Remote collection and analysis of witness reports on flash floods. Journal of Hydrology 394 (1-2): p.53-62.

- Lahlou, N. El Ghachi, M. (2018). Les crues éclair dans les basins montagnards marocain non aménagés : Cas du bassin d'Assif -Ghzzaf, Haut Atlas central, Editions Universitaires Européennes, ISBN : 978-620-2-27700-6, P 53.

- Lahlou, N. El Ghachi, M. El Khalki, Y. (2018). Quelques aspects de la propagation des crues de références dans le bassin de Derna : Cas de la crue d'hiver de 1987(Bassin d'Oum Er-Rabia, Maroc), acte de colloque Tunisie « Eau-environnement-climat 2018 (E2C-2018) », pp. 180-184.

- Lorraine, D. (1996). Étude hydrologique des crues du bassin français de la Moselle sur la période 1970-1991- AREA et CEGUM, 35p.

- Laborde, J.P. (2000). Éléments d'hydrologie de surface. Tome 2 : critique et analyse statistique des données hydrologiques. École .Nat .Sup .de Géol .Appli/Nat .polytech de Lorraine, 95p,

- Roche, M : hydrologie de surface, Gauthier-Villars ORSTOM, Paris (431p).

- Gaume, E. (2009). A compilation of data on European flash floods. Journal of Hydrology, Vol. 367, N°1-2, p 70-78.

تقدير عمق وحجم الجريان السطحي جراء عاصفة دانيال بحوض وادي الناقة غرب مدينة درنة

أ. عائشة عبد المنصف الخجخاج
محاضر مساعد بقسم الجغرافيا/ كلية الآداب/ جامعة درنة
aisha.alkhjkhaj@uod.edu.ly

الملخص:

تهدف هذه الدراسة إلى تقدير عمق وحجم الجريان السطحي لحوض وادي الناقة، وذلك من خلال توظيف برامج نظم المعلومات الجغرافية (GIS) Geographic Information Systems وتقنيات الاستشعار عن بعد (RS) Remote Sensing ، وكذلك بتطبيق معادلة (SCS-CN) التي تستخدم لخدمات صيانة التربة الأمريكية Soil Conservation Service وتعتمد هذه المعادلة على تصنيف الغطاء الأرضي (LC) ونوعية التربة وحالة رطوبتها (AMC)، وبموجب ذلك تم تصنيف الغطاء الأرضي للحوض إلى ثلاثة مجموعات (نباتات- لا ترب وتضم المباني وطرق والصخور- والترب الجرداء التي تفتقر إلى وجود نباتات)، فيما صنفت التربة في منطقة الدراسة إلى ثلاثة مجموعات هيدرولوجية HSG وهي (B-C-D) حيث أن صنف (D) هو السائد بمساحة تقدر (177 كم^2) ومن ثم دمج هاتين الطبقتين LC&HSG . ووفق المنهج الوصفي التحليلي والأسلوب الكمي تم الحصول على قيم (CN) والتي تراوحت بين (61-94) بينما قيمة (CNw) الموزون بلغت (85.7 ملم) وهذا يدل على إمكانية توليد جريان سطحي في الحوض، فيما بلغت قيمة(S) (42.1 ملم) وهذا يشير إلى ضعف القدرة الاستيعابية للمياه بالتربة وبالتالي سرعة الاستجابة للجريان السطحي في حوض وادي الناقة، في حين بلغت قيمة معامل (La) (8.42 ملم)، وفي ضوء كل هذه المعطيات طبقت معادلة عمق الجريان السطحي (Q) لحوض وادي الناقة خلال فترة عاصفة دانيال التي سجلت (159.37ملم) بينما بلغ حجم الجريان السطحي (QV) نحو (51.43مليون/م^3) خلال 24 ساعة وهذه الكمية الهائلة للعاصفة الفيضانية تعكس حجم الدمار الهائل في الأرواح البشرية والبنية التحتية والتغير في المظاهر الجيومورفولوجية من حيث النحت والهدم والإرساب والانهيارات وغيرها.

الكلمات المفتاحية: الجريان السطحي، أحواض التصريف النهرية، نظم المعلومات الجغرافية، الاستشعار عن بعد، SCS-CN، عاصفة دانيال.

Estimating the depth and volume of flood flow due to Daniel storm in the Wadi al-Naqa Basin west of the City of Derna

Aisha Abdel Monsef Al-Khajkhaj
Department of Geography/Faculty of Arts/University of Derna
aisha.alkhjkhaj@uod.edu.ly

Abstract

This study aims to assess the depth and volume of surface runoff in Wadi Al-Naqa Basin, west of Derna city. Geographic Information Systems (GIS) and Remote Sensing (RS) techniques were employed using the Soil Conservation Service (SCS-CN) equation. The equation considers land cover (LC), soil type, and moisture condition (AMC). The land cover was classified into three groups (vegetation, non-soil cover including buildings and roads, and barren soil lacking vegetation). The soil in the study area was categorized into three hydrological groups (B-C-D), with D being predominant over an area of 177 km². Combining LC and HSG layers, the Composite Curve Number (CN) values ranged from 61 to 94, with a weighted CN (CNw) of 85.7 mm, indicating the potential for surface runoff. The runoff depth (S) was 42.1 mm, revealing low water absorption capacity in the soil. The runoff coefficient (La) was 8.42 mm. Applying the runoff depth equation (Q) during Storm Daniel resulted in 159.37 mm, while the surface runoff volume (QV) reached 51.43 billion m³ in 24 hours. These significant quantities reflect the extensive impact of the storm on human lives, infrastructure, and geomorphological features such as erosion, sedimentation, and landslides.

Keywords: Surface runoff, River basins, Geographic Information Systems, Remote Sensing, SCS-CN, Storm Daniel.

مقدمة:

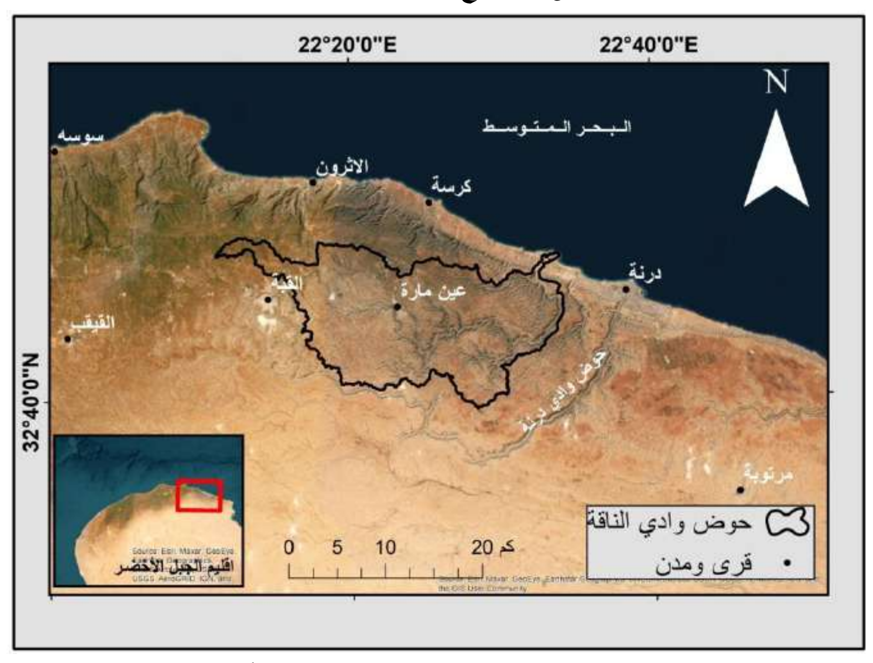
تعتبر احواض التصريف النهرية أحد أهم الظواهر الجيومورفولوجية في إقليم الجبل الأخضر، كما وتشكل مصدراً مهماً للمياه والأراضي الخصبة التي استفاد منها سكان المنطقة حيث الزراعة والتوسع فيها للاستيطان. ولكن مع مرور الزمن وفي ظل غياب دور الحكومة والجهات الأمنية في الحد من التوسع العمراني في مجاري الأودية، كما وان قلة الوعي البيئي لدى سكان هذه الأحواض التي تتصف بالمناخ شبه الجاف، كل هذه العوامل شكلت صورة في أذهانهم، وهي عدم خطورة الفيضانات بالمنطقة، إلا أن هذه العاصفة ا المطرية الفجائية وما أحدثته من عاصفة فيضانيه هائلة تسببت بدمار هائل في الأرواح والبنية التحتية في العديد من مدن إقليم الجبل الاخضر وتحديداً بمدينة درنة الساحلية الواقعة شمال شرق الإقليم. وبالنظر إلى أن حوض وادي الناقة هو أحد أحواض التصريف الذي يصب مجراه الرئيسي في الجهة الغربية لمدينة درنة والذي طالته آثار دمار عاصفة دانيال . وفي ضوء ذلك تم اختيار هذه العاصفة المطرية وما أحدثته من دمار موضوعا للدراسة بهدف تقدير عمق وحجم الجريان السطحي (العاصفة الفيضانية) لشبكة تصريف حوض وادي الناقة أثناء فترة عاصفة دانيال (10-11سبتمبر 2023م)، بهدف توفير قاعدة بيانات للجهات المختصة بالمجالات الهيدرولوجية وإدارة الأخطار وكوارث الطبيعية للاستفادة منها.

منطقة الدراسة:

يمتد حوض وادي الناقة بين دائرتي عرض ″30 ′39 °32 و ′48 °32 شمالاً، وخطي طول ″33 ′11 °22 و ″30 ′33 °22 شرقاً، أما جغرافياً يقع حوض وادي الناقة غرب مدينة درنة الساحلية في شمال شرق إقليم الجبل الأخضر، ويحده من الشرق حوض وادي بومسافر ومن الغرب حوض وادي الإنجيل وأما من الجنوب فيحده حوض وادي درنة.

ولقد قدرت مساحة حوض وادي الناقة (322.83 كم^2) ومحطيه (132.39 كم) أما طوله فيبلغ (35.47 كم) ويبلغ طول مجراه الرئيسي (63.36 كم)، وينقسم عند عبوره للحافة الأولى باتجاه الجنوب (الحوض الأعلى) إلى فرعين رئيسين وهما: الفرع الشرقي ويطلق عليه فرع عرقوب تمسكت والفرع الغربي الذي يطلق عليه اسم فرع عرقوب بولم، ويعتبر حوض وادي الناقة نموذجاً في الدراسات الهايدرو- جيومورفولوجية شكل (1).

شكل (1) موقع حوض وادي الناقة.



المصدر: إعداد الباحثة بالاعتماد على الصور الجوية من خاصية (arc base map) وبرنامج (ArcMap 10.7).

مشكلة الدراسة وتساؤلاتها:

تعرض حوض وادي الناقة غرب مدينة درنة إلى فيضانات قوية جداً جراء عاصفة دانيال والتي تسببت في الخسائر في الأرواح والممتلكات، ومن هذا المنطلق تظهر أهمية تقدير عمق وحجم الجريان المائي لسطح أحواض التصريف النهرية في مشاريع حصاد المياه ومحاولات الحد من مخاطر السيول والفيضانات، إلا أن محاولة تقدير هذا الجريان تواجه الكثير من الصعوبات؛ نظراً لقلة المعلومات الهيدرولوجية لحوض وادي الناقة؛ وذلك لعدم وجود محطات هيدرومترية مزودة بأجهزة يمكن من خلالها قياس الجريان السطحي في المجاري النهرية وتحديد كميتها وسرعتها ودرجة ذروتها وغيرها من الخصائص، ومن هنا يأتي دور واهمية التقنيات الجيومكانية الحديثة وتوظيفها لحل التساؤل الآتي:

- ما هو مقدار عمق وحجم الجريان المائي السطحي بحوض وادي الناقة أثناء فترة عاصفة دانيال (10-11سبتمبر 2023م) ؟

أهداف الدراسة:

بناء قاعدة بيانات رقمية يمكن من خلالها:

1. تقدير عمق وحجم الجريان السطحي لحوض وادي الناقة أثناء عاصفة دانيال.
2. تحديد الخصائص الهيدرولوجية لتربة الحوض وتحديد مدى رطوبتها بعد سقوط الأمطار.
3. إعداد وإخراج خريطة لتصنيف الغطاء الأرضي لحوض وادي الناقة.

منهجية الدراسة:

اعتمدت هذه الدراسة المنهج الوصفي التحليلي والأسلوب الكمي في تحليل البيانات وتطبيق المعادلات الرياضية اللازمة لتقدير عمق وحجم الجريان السطحي بواسطة نموذج جريان الأمطار (SCS-CN). و لتطبيق هذا النموذج على حوض وادي الناقة وعاصفة دانيال المطرية يجب المرور بعدة مراحل توضح فيما يلي:

1. مرحلة تحليل نموذج الارتفاعات الرقمية Digital Elevation Models (DEM):

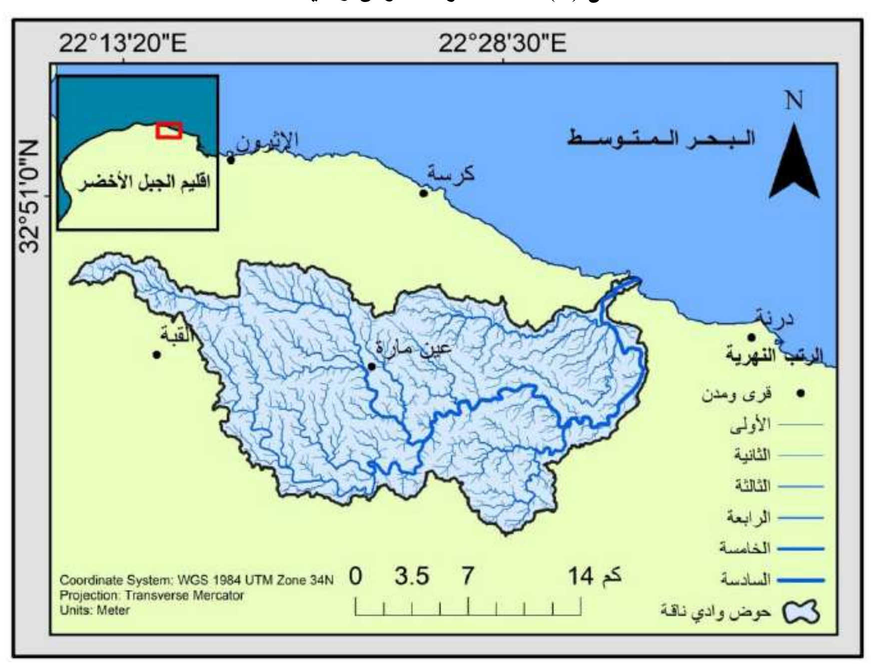
حيث تم تحميل نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) بدقة 30 متر من الموقع www.jspacesystemes.or.hP، ومن ثم تحليله بواسطة برنامج (Arcmap10.7) وادوات (Hydrology) الموجودة في قائمة (Arc Toolbox) وبالتالي استخراج الخصائص المساحية والتضاريسية للحوض جدول (1). بالإضافة إلى استخراج وتحليل شبكة تصريفية لحوض وادي الناقة حيث وصل إلى الرتبة السادسة، وبلغ مجموع عدد مجاريه 1072 مجرى بإجمالي أطوال 736.21 كم، وبلغ عدد مجاري الرتبة الأولى 844 مجرى بطول 336 كم، وعدد مجاري الرتبة الثانية 179 مجرى بطول 182كم، وعدد مجاري الرتبة الثالثة 36 مجرى بطول 103 كم، وعدد مجاري الرتبة الرابعة 9 مجاري بطول 56 كم، عدد مجاري الرتبة الخامسة 3 مجاري بطول 25 كم، ومجرى واحد من الرتبة السادسة بطول 32 كم، شكل (2).

جدول (1) الخصائص المساحية والتضاريسية لحوض وادي الناقة.

المساحة (كم^2)	المحيط (كم)	أقصى طول (كم)	متوسط العرض (كم)	أعلى نقطة (م)	أدنى نقطة (م)
322.83	132.39	35.46	9.1	629	0

المصدر: إعداد الباحثة بالاعتماد على تحليل نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) وبرنامج (ArcMap10.7).

شكل (2) شبكة تصريف حوض وادي الناقة.

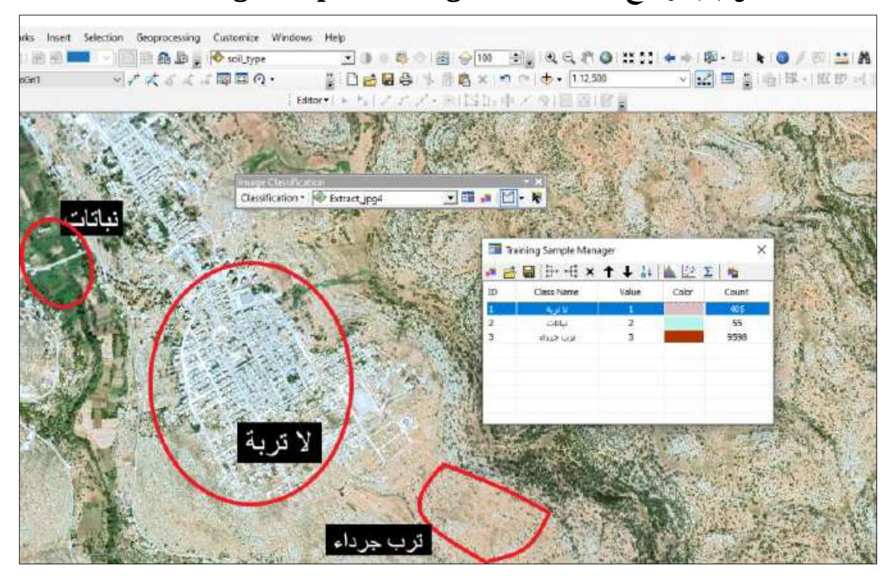


المصدر: إعداد الطالبة بالاعتماد على تحليل نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) وبرنامج (ArcMap10.7).

2. مرحلة تصنيف الغطاء الأرضي لحوض وادي الناقة (**Land Cover**):

لتصنيف الغطاء الأرضي لسطح حوض وادي الناقة تم الاعتماد على تقنيات الاستشعار عن بعد كأداة لمسح وحدات الغطاء الأرضي من خلال تحليل مرئية فضائية للقمر الصناعي (Landsat-8) بتاريخ 5 مايو2023م بدقة تمييزية (20 م)، وذلك بواسطة أداة (Image Classification) وهي من أحدى الأدوات التي يتم الاستعانة بها في إعادة التصنيف الرقمي للمرئيات الفضائية ضمن برنامج (Arcmap10.7) بحيث يتم إعطاء عينات تدعى (Training Sample Manager) فيتم بواسطة هذه العينات تغيير خصائص القيم الموجودة في هذه المرئية من قبل الباحثة، شكل (3).

شكل (3) توضيح إعطاء عينات **Training Sample Manager**.



المصدر: إعداد الباحثة.

ومن ثم تم معالجة وإعادة تصنيف هذه المرئية بواسطة أمر (Supervised Classification) بحيث تم تصنيف الغطاء الأرضي لحوض وادي الناقة إلى ثلاثة أصناف رئيسية، جدول(2)، شكل(4):

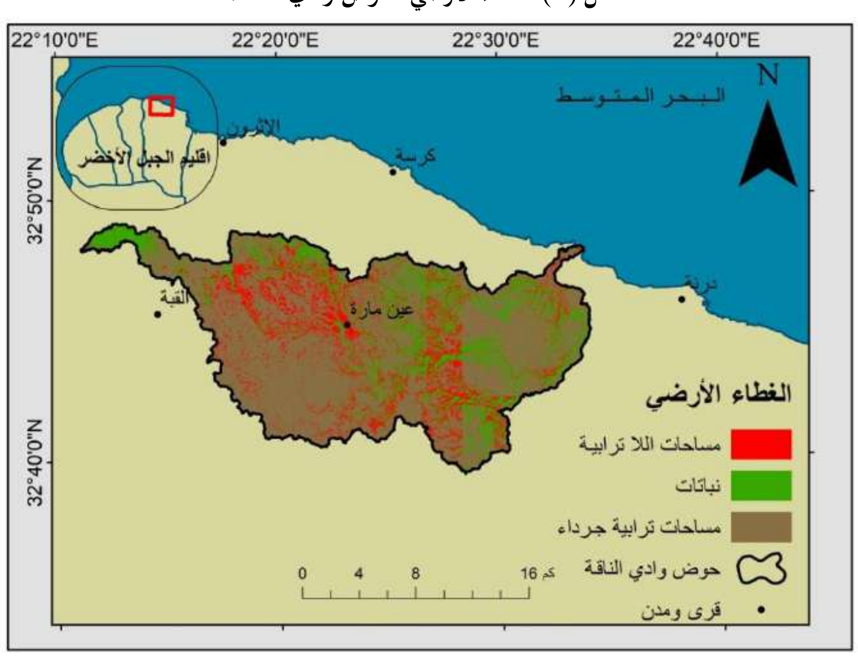
- **النباتات**: وتمثل هذه المجموعة جميع أنواع الغطاء النباتي مثل النباتات الطبيعية والأراضي الزراعية كالبساتين وغيرها من نباتات، حيث يغطي هذا الصنف مساحة (61.3 كم^2) أي ما يعادل (19%) من المساحة الكلية للحوض.
- **الترب الجرداء**: وهي مساحات ترابية تفتقر للغطاء النباتي ويرتكز تواجدها في المنابع العليا لحوض وادي الناقة وأوديته الفرعية ويزداد ظهور هذه الأراضي في منطقة الدراسة أثناء فصل الصيف؛ نظراً لقلة الأمطار بحيث تحتل مساحة (212.09كم^2) وبنسبة (66%) من مساحة الحوض.
- **لا تربة**: وهي المساحات التي تمثل المراكز العمرانية والطرق والمحاجر الصخرية (المنكشفات الصخرية)، وتبلغ مساحتها (48.4كم^2) أي ما يعادل (15%) من المساحة الكلية للحوض.

جدول(2) أصناف الغطاء الأرضي ومساحتها في حوض وادي الناقة.

النوع	المساحة كم ^{2}	%
مساحات اللا ترابية	48.42	15
نباتات	61.3	19
مساحات ترابية جرداء	213.06	66
المجموع	**322.8**	**100**

المصدر: إعداد الباحثة بالاعتماد على برنامج (Arcmap10.7).

شكل (4) الغطاء الأرضي لحوض وادي الناقة.



المصدر: إعداد الباحثة بالاعتماد على مرئية فضائية للقمر الصناعي (Landsat-8) وبرنامج (ArcMap10.7).

3. المجموعات الهيدرولوجية للتربة في حوض وادي الناقة:

اعتمدت هذه الدراسة على تصنيف وضعته مصلحة صيانة التربة الأمريكية(SCS) الذي يقسم التربة هيدرولوجياً إلى أربع مجموعات (Hydrology Soil Group) وهي (A,B,C,D) الموضحة في جدول (3)، حيث تصنف هذه المجموعات حسب

نوعية نسيج التربة وتحديد معدلات تسربها للمياه داخلها، بإضافة تفسير العلاقة القائمة ما بين نسيج التربة ونشوء الجريان السطحي.

جدول (3) مجموعة هيدرولوجية للتربة.

صنف التربة	عمق الجريان	نوع التربة
A	قليل	طبقة رملية عميقة مع كمية قليلة جداً من الطين
B	متوسط	طبقة رملية أقل من صنف A مع معدل ارتشاح متوسط
C	فوق المتوسط	طبقة طينية محدودة العمق مع معدل ارتشاح دون المتوسط أو طبقة صخرية مغطاة بطبقة من التربة
D	عالٍ	طبقة طينية سميكة مغطاة بطبقة ضحلة من الغرين الناعم أو طبقة صخرية ناعمة

- source: Soil Conservation Service- Urban Hydrology For Small Watershed. Technical releases 55,2nd, U.S. Dept. of Agriculture, Washington D.C.(1986). 313

لكل مجموعة هيدرولوجية للتربة خاصية معينة من حيث الاستجابة للجريان المائي؛ فعلى سبيل المثال مجموعة A قليلة جداً للجريان، أما مجموعة D فاستجابتها عالية جداً، بينما صنفي B و C يمثلان الحالة الوسطية للاستجابة.

بطبيعة الحال لكل نوع تربة تركيبتها الخاصة التي يمكن من خلالها تحديد مجموعتها الهيدرولوجية، ولتحديد المجموعة الهيدرولوجية لترب حوض وادي الناقة، تم الاعتماد على خرائط التربة لشركة سلخوز بروم أكسبورت الروسية (1980) بحيث تم إجراء التعريف المرجعي للخرائط بواسطة أداة (Georeferencing) وفق نظام ميركاتولا المستعرض العالمي (UTM) واقتطاع الجزء الخاص بمنطقة الدراسة بواسطة أداة (Extract By Mask) الموجودة في برنامج (Arcmap10.7) ثم تصنيف الترب داخل الحوض حسب الرموز الموجودة في الخرائط طبقاً للنظام الروسي (Soviet Terminology)، جدول(4) بما يتوافق مع كل نوع من أنواع الترب الموجودة في الحوض، شكل(5).

جدول(4) تصنيف حسب تصنيف النظام الروسي Soviet Terminology

Soil types نوع التربة	Soil Subtypes الانواع الفرعية للتربة	Code الرمز	Soil components مكونات التربة Sand الرمل %	 Clay الطين %	 Silt الغرين %	Texture التصنيف
Siallitic cinnamon soils التربة السيليكاتية القرية	Siallitic cinnamon compact الترب القرفية المضغوطة	CScp	21	54.7	24.3	Clay طيني
	Siallitic cinnamon typical soils التربة القرفية النموذجية	CSt	28.5	42	29.5	Clay طيني
Dark compact soils التربة المندمجة الداكنة	Dark compact typical soils التربة الداكنة المدمجة	Dt	18.6	58.6	22.8	Clay طيني
Reddish brown arid soils التربة البنية المحمرة الجافة	Reddish brown arid differentiated soils التربة البنية الحمراء القاحلة	FBd	29.5	29.5	41	clay loam طمي طيني
	Reddish brown arid slightly differentiated soils التربة البنية الحمراء القاحلة الفاتحة	FBsd	63.3	14.9	21.8	sandy loam طمي رملي
Red ferrisiallitic soils التربة الحديدية الحمراء	Red ferrisiallitic typical soils الترب الحمراء القاحلة	Ft	20	51.1	28.9	Clay طيني
	Red ferrisiallitic soils of a truncated profile التربة البنية الحمراء الفاتحة	Fi	23.2	36.9	39.9	clay loam طمي طيني
Lithosols التربة الحجرية الضحلة	Cinnamonic lithosoils التربة الحجرية ذات المظهر القرفي	Lcs	28.2	24	47.8	Loam طمي
	Reddish brown lithosols التربة البنية الحمراء الضحلة	Lfb	37.4	23.5	39.1	Loam طمي
Rendzina التربة الجيرية الضحلة	Red rendzinas تربة الرندزينا تربة البحر المتوسط الحمراء الفاتحة	RZr	26.4	49.6	24	Clay طيني
	Dark rendzinas تربة الرندزينا تربة البحر المتوسط الحمراء الداكنة	RZ	32.4	33.3	34.3	clay loam طمي طيني
Saline soils and Solonchaks التربة الملحية السبخية	Automorphic solonchaks ترب السبخات والقيعان المالحة	Sa	36.5	22.9	40.6	Loam طمي

المصدر: (عاشور، 2022، ص95).

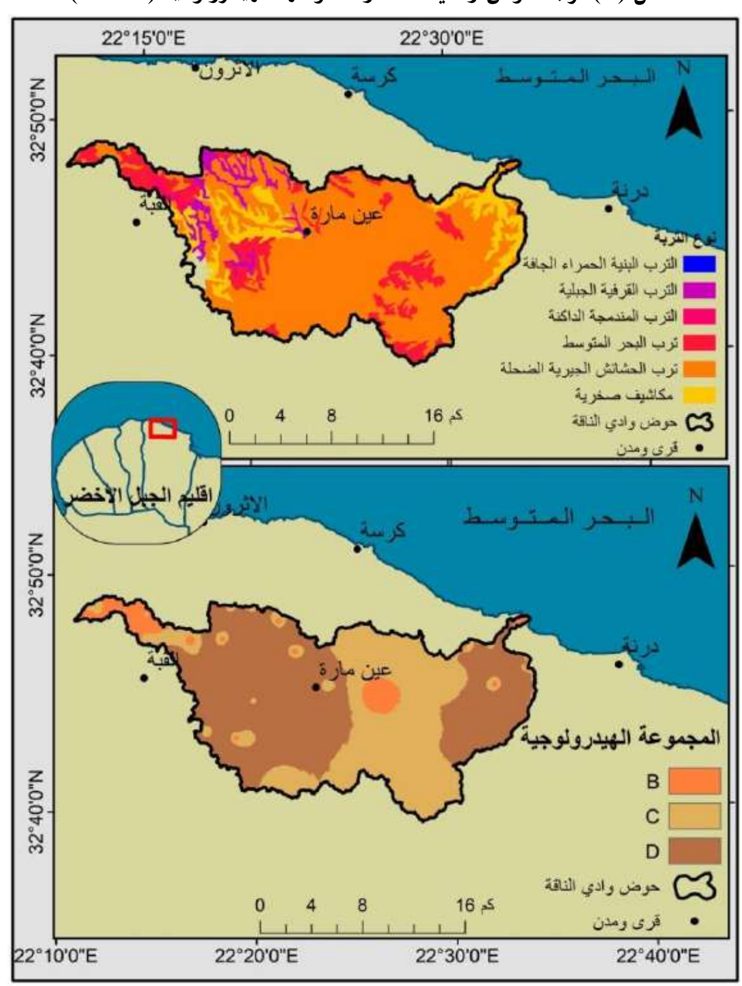
ومن خلال تحليل معطيات نسيج الترب لحوض وادي الناقة تم الحصول على ثلاثة مجموعات من الترب الهيدرولوجية (HSG) ونسبتها وتوزعها الموضحة في جدول (5) وشكل(5)، تمثلت في مجموعة (B) وهي أصغر مجموعة من حيث المساحة حيث شكلت نسبة (5%) وهي من الترب التي يتميز قوامها ما بين المعتدل إلى الخشن ويصل معدل تسريب المياه داخلها إلى (13ملم/ساعة) ويتراوح معدل نفاذيتها(3.8-7.6 ملم/ساعة) بينما عمق الجريان في هذه المجموعة متوسط (الكناني والاسدي، 2020، ص312)، يليها مجموعة (C) يتسم نسيجها بالخشونة وتشكل نسبة (39.4%) من المساحة الكلية للحوض، بينما مجموعة (D) التي تتصف بسوء الصرف فقد شكلت نسبة (54.8%) بمعنى أن أكثر من نصف المساحة الكلية للحوض عبارة عن ترب سيئة الصرف، كما تعتبر مجموعة (D) هي المسؤولة عن حدوث معظم الجريان السطحي في منطقة الدراسة وهذا يشير إلى خطورة الوضع في حوض وادي الناقة حيث أنها بيئة قابلة للفيضان وللتعرية وبالتالي احتمالية حدوث تصحر للغطاء النباتي.

جدول(5) المجموعات الهيدرولوجية للتربة في حوض وادي الناقة.

ر. ت	التصنيف	النسيج التربة	المساحة كم	%
1	B	حصوي، طين، طفل	18.62807	5.77024
2	C	طين، حجارة صغيرة	127.2007	39.40176
3	D	حصوي، طين، غرين	177.0013	54.828
المجموع	-	-	**322.83**	**100**

المصدر: إعداد الباحثة بالاعتماد على بيانات شكل (5) وبرنامج Arcmap10.7.

شكل (5) ترب حوض وادي الناقة ومجموعتها الهيدرولوجية (**HSG**)



المصدر: إعداد الباحثة بالاعتماد على خرائط شركة سلخوز بروم اكسبورت مقياس رسم 1:50000 وبرنامج ArcMap10.7.

4. استخراج قيمة (CN) للغطاء الأرضي وهيدرولوجية التربة في حوض وادي الناقة:

تمثل قيمة (CN) مقدار نفاذية سطح الحوض وذلك اعتماداً على نوع التربة والغطاء الأرضي في منطقة الدراسة، حيث تتراوح قيم (CN) ما بين (0-100) ويدل اقتراب القيمة من (100) على أن السطح منخفض النفاذية وهي من الأسطح التي لا تسمح بمرور المياه من خلالها، بينما القيم (CN) المنخفضة تدل على أن هذه الأسطح عالية النفاذية.

تم الحصول على قيم (CN) من خلال دمج طبقة الغطاء الأرضي (LC) الموضحة في شكل (4)، مع طبقة المجموعات الهيدرولوجية للتربة (HSG) الموضحة في شكل(5)، بواسطة أداة (Combine) في برنامج (Arcmap10.7) كما تم احتساب المساحة والنسبة المئوية التي يشغلها كل غطاء أرضي مع مجموعة التربة الهيدرولوجية التابعة له، جدول (6)، ومن خلال هذه الطبقة المدموجة تم الاعتماد على الجدول الذي وضعته وزارة الزراعة الأمريكية لتحديد قيم (CN)لاستخدامات الأراضي وما يقابلها من مجموعة هيدرولوجية للتربة (Hamad,2020,p171).

وبالاستناد الى بيانات جدول (6) وشكل(6) تم تقسيم منطقة الدراسة إلى (9) قيم (CN) تختلف باختلاف نوع الغطاء الأرضي ونسيج التربة، حيث كانت أقل قيمة (61) ومنتشرة في مناطق وجود شجيرات ونباتات ضمن صنف (B) في حين سجلت أعلى قيمة (CN) (94) لصنف(D) في مناطق اللا تربة التي تتمثل في مراكز العمرانية وطرق وبعض كشوفات الصخرية، بينما انها سجت أعلى نسبة (CN) من حيث المساحة في صنف الترب الجرداء بنسبة (39.2%) وهي أيضاً في صنف تربة (D)، وبذلك تشير قيم (CN) المرتفعة إلى قدرة سطح حوض وادي الناقة على توليد جريان سطحي شديد في أجزاء الحوض، كما يلاحظ أيضاً تشابه بعض قيم(CN) لغطاءات الأرض وأنواع التربة حيث يشير هذا التشابه إلى تشابه طبيعة الجريان السطحي في هذه المناطق.

ولإيجاد قيمة (CNw) من خلال المعادلة الآتية: (عاشور، 2022، ص94)

$$CNw = \sum CN \times \frac{Ai}{A}$$

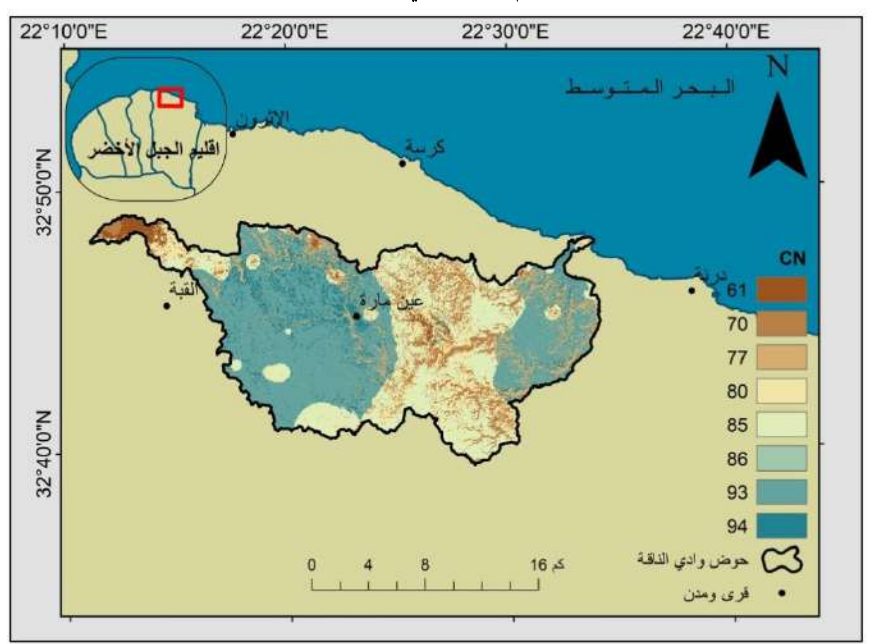
حيث أن ($\sum$) هو مجموع قيم (CN)، أما Ai فمساحة لكل قيمة (CN) على حدة، أما A فهي المساحة الكلية للحوض، كما تجدر الإشارة إلى أن قيمة (CNw) تحسب بالمجموع وليست قيم كل حقل.

جدول (6) قيم (CN) للغطاء الأرضي بالنسبة لمجموعات التربة الهيدرولوجية لحوض وادي الناقة.

%	Area Km^2	CNw	CN	HSG	LC
2.456584	7.93059	1.498516	61	B	نباتات
9.679562	31.24853	6.775693	70	C	نباتات
0.566739	1.829604	0.487396	86	B	اللا تربة
2.746917	8.867873	2.197534	80	B	ترب جرداء
5.889159	19.01197	4.711327	80	C	اللا تربة
39.24535	126.6958	36.498173	93	D	ترب جرداء
7.991129	25.79776	7.511661	94	D	اللا تربة
7.591519	24.5077	5.84547	77	D	نباتات
23.83304	76.94021	20.258085	85	C	ترب جرداء
100	**322.83**	**85.783855**	**726**	–	المجموع

المصدر: إعداد الباحثة بالاعتماد على بيانات مستخرجة من طبقة (Combine) في برنامج Arcmap10.7.

شكل (6) قيم (CN) في حوض وادي الناقة.



المصدر: إعداد الباحثة بالاعتماد على طبقة(Combine) من وبرنامج Arcmap10.7 وجدول (6).

5. حالة الرطوبة المسبقة Antecedent Soil Moisture Condition(AMC) في حوض وادي الناقة:

يشير هذا المعامل إلى حالة رطوبة التربة قبل بدء العاطفة المطرية وتكوين جريان مائي، حيث حددت مصحة صيانة التربة الأمريكية (SCS) ثلاث حالات رئيسية للرطوبة المسبقة وهي:

- **AMCI**: وتمثل المناطق الجافة، حيث يبلغ مجموع هطول الأمطار قبل خمسة ايام أقل من 35ملم.
- **AMCII**: وهي الحالة الاعتيادية أي المناطق شبه الجافة، واستقبلت مجموع هطول الأمطار قبل خمسة أيام ما بين 35-52.5ملم.
- **AMCIII**: تمثل المناطق الرطبة غزيرة الأمطار وذات درجات الحرارة المنخفضة واستقبلت مجموع هطول الأمطار قبل خمسة أيام أكثر من 52.5ملم.

ولاستخراج حالة الرطوبة المسبقة لحوض وادي الناقة تم الاعتماد على قيم بيانات هطول الأمطار لمحطتي مطار الأبرق والبيضاء قبل خمسة أيام من تاريخ (10-11سبتمبر 2023م) تبين فيها توافق حالة رطوبة التربة الحالة الثانية (**AMCII**) وهي الحالة الاعتيادية وبما أن الحالة المسبقة لرطوبة التربة كانت معتدلة تم الاعتماد على قيمة (CNw) الموزون وتبلغ 85.87.

6. استخلاص معامل الإمكانية القصوى لاحتفاظ التربة بالماء بعد بدء الجريان السطحي Potential Ma:

يطلق عليه اسم معامل (S) ويدل على حالة التربة المشبعة بالماء تماماً بعد توقف عملية تسرب المياه داخلها ومن ثم بدء عملية الجريان السطحي، حيث تشير قيم (S) القريبة من (0) على ضعف إمكانية التربة للاحتفاظ بالمياه بعد بدء الجريان السطحي، مما يؤدي إلى زيادة كمية الجريان المائي على السطح، بينما كلما ارتفعت قيمة (S) ارتفعت قدرة التربة على حفظ المياه وبالتالي انخفاض الجريان السطحي (David,1993,p199).

للحصول على قيم (S) من خلال معادلة الرياضية الآتية:(علوان، 2014، ص76)

$$S = \frac{1000}{CNw} - 10$$




تجدر الإشارة إلى أن هذه المعادلة تتم وفق المقياس بالبوصة ولتحويلها إلى المقياس المتري فتأخذ شكلها الآتي:

$$S = \frac{25400}{CNw} - 254$$

كما تم الاعتماد على قيمة (CNw) الموزون بدلاً من قيم (CN)؛ اعتماداً للحالة المسبقة لرطوبة التربة التي كانت معتدلة، وبالتالي فإن الإمكانية القصوى لاحتفاظ التربة بالماء بعد بدء الجريان السطحي في حوض وادي الناقة (S) تبلغ (42.1 ملم) وتدل هذه القيمة على أن سطح حوض وادي الناقة ضعيف في حفظ المياه بعد بدء الجريان السطحي ما يزيد من كمية المياه الجارية.

ومن خلال المقارنة ما بين قيمة (S) المنخفضة و(CNw) الموزون المرتفعة، يتبين ان العلاقة العكسية القائمة بينهما هي علاقة طبيعية، حيث تنخفض إمكانية الأسطح قليلة المسامية للاحتفاظ بالمياه مما يسرع من فرص تشكيل جريان سطحي.

7. حساب معامل الاستخلاص الأولى Initial abstraction(Ia) لحوض وادي الناقة:

وهو خمس قيمة (S)، يشير هذا المعامل إلى مقدار مياه الأمطار المفقودة بالرشح والتبخر والمتعرضة من قبل النباتات، وذلك قبل تحولها إلى جريان سطحي، حيث تشير قيم (Ia) التي تقترب من (0) إلى قلة الفاقد المائي قبل بدء الجريان السطحي وهذا الأمر يؤدي إلى زيادة كمية المياه الجارية، بينما كلما ارتفعت قيمة (Ia) عن وسيطها (50.8 ملم) ازدادت كمية الفاقد من مياه الأمطار وبالتالي انخفاض كمية الجريان السطحي (الكناني والأسدي، 2020، ص323).

وبما أن معامل الاستخلاص الأولى (Ia) يساوي خمس قيمة (S) فيحسب بالطريقة الآتية:

$$\mathbf{Ia = 0.2*42.1= 8.42\ mm}$$

8. تقدير كميات الأمطار وفق مساحات مضلعات ثيسن (Thiessen Polygon):

على رغم من قلة البيانات المناخية الحديثة لإقليم منطقة الدراسة؛ بسبب خروج الكثير من محطات الأرصاد عن العمل في السنوات الأخيرة؛ وفي هذه الدراسة اعتمد على

بيانات عدد من المحطات المطرية الواقعة ضمن إقليم الجبل الأخضر والتي سجلت كميات التساقط أثناء عاصفة دانيال المطرية، المتمثلة في محطة درنة الساحلية ومحطة الفتائح ومحطة مطار الأبرق ومحطة البيضاء، كما تم استخدام مضلعات الثيسن (Thiessen Polygon) وهي طريقة تستخدم لمعرفة المساحة المؤثرة لكل محطة أرصاد جوية لإيجاد مقدار متوسط التساقط أثناء عاصفة دانيال لاستخدامها في تقدير عمق وحجم الجريان السطحي لحوض وادي الناقة، ووفق ذلك ادخلت إحداثيات مواقع المحطات التي تم الاستعانة بها وما استقبلته من كميات الأمطار بتلك الفترة في برنامج (Arcmap10.7) ومن ثم رسم مضلعات الثيسن وتحديد محطات الأرصاد حسب تأثيرها للمساحات التي تستقبل كميات الأمطار، شكل(7).

شكل (7) تقسيم مضلعات الثيسن لحوض وادي الناقة.

المصدر: إعداد الباحثة باستخدام برنامج Arcmap10.7.

لحساب متوسط هطول الأمطار في حوض وادي الناقة أثناء عاصفة دانيال من خلال المعادلة الآتية (عاشور، 2022، ص96):

$$\overline{P} = \sum \frac{\text{Pi} \times \text{Aj}}{A\ total}$$

حيث أن $\overline{P}$ = متوسط عمق الهطول الكلي، بينما Pi تمثل قيم التساقط لمحطة معينة، أما Aj فهي المساحة المؤثرة لنفس المحطة، و A هي المساحة الكلية للحوض.

من خلال اتباع طريقة مضلعات الثيسن واستخدام كميات الأمطار التي تم الحصول عليها من المحطات المناخية السابق ذكرها تم تقدير متوسط هطول الأمطار على الحوض أثناء عاصفة دانيال خلال 24ساعة (من10 سبتمبر2023م ساعة 8:00ص إلى 11سبتمبر2023 ساعة 8:00ص) حيث بلغ (202.39 ملم)،جدول(7).

جدول (7) متوسط كميات أمطار عاصفة دانيال بحوض وادي الناقة

وفق طريقة مضلعات الثيسن.

اسم المحطة	الارتفاع (م)	كميات الأمطار (ملم)	المساحة كم²	Pi×Aj
مطار الأبرق	647	170	117.05	19899.2
محطة درنة	8	209	50.81	10619.34
محطة الفتائح	252	168	119.25	20033.53
محطة البيضاء	595	414	35.72	14790.45
المجموع			**322.83**	**65342.52**
$\overline{P}$ متوسط كميات الأمطار(ملم)			**202.39**	

المصدر: إعداد الباحثة بالاعتماد على بيانات المركز الوطني للأرصاد الجوية وشكل(7).

9. تقدير عمق الجريان السطحي (Runoff Depth) لحوض وادي الناقة:

يعرف عمق الجريان السطحي (Q) بأنه الجزء الناتج عن مياه الأمطار بعد تشبع التربة، فيجري الماء على سطح الحوض تبعاً لخصائصه الجيومورفولوجية إلى أن يصل لمجرى مائي، ويمثل عمق الجريان السطحي خلاصة التفاعل ما بين عاصفة مطرية معينة وخصائص حوض التصريف ومكوناته، حيث أن اختلاف الغطاء الأرضي ومدى نفاذيته يؤدي إلى اختلاف عمق الجريان السطحي، فضلاً عن قيمة (CNw) الموزون هو العنصر المتحكم في تقدير عمق الجريان السطحي لحوض وادي الناقة عند ثبات العاصفة المطرية، ويحسب عمق الجريان السطحي حسب معادلة (SCS-CN) (علوان، 2014):

$$Q = \frac{(\overline{P} - Ia)^2}{\overline{P} + 0.8 \times S}$$

كما تم تقدير عمق الجريان السطحي من خلال تطبيق معادلة (Q) السابق ذكرها وباستخدام متوسط هطول الأمطار على الحوض أثناء عاصفة دانيال ($\overline{P}$) خلال 24ساعة يقدر بحوالي 202.39 ملم.

ومن خلال استخدام معادلة (Q) تبعاً لنموذج (SCS-CN) بلغ عمق الجريان السطحي لحوض وادي الناقة (159.37ملم) وهذه القيمة الكبيرة تعكس طبيعة عاصفة دانيال ذات الكميات الكبيرة من الأمطار التي هطلت في يوم واحد.

10.تقدير حجم الجريان السطحي (QV) لحوض وادي الناقة:

يعد تقدير حجم الجريان السطحي (Runoff Volume) من العوامل المهمة عند القيام بأية دراسة هيدرولوجية، وتحديداً الدراسات التي تتعلق بحصاد المياه وتحديد مواقع السدود، لاسيما في المناطق شبه جافة كما هو الحال في منطقة الدراسة، تم تقدير حجم الجريان السطحي (QV) في هذه الدراسة اعتماداً على حساب عمق الجريان السطحي (Q) الذي تم الحصول عليه، تم تطبيق المعادلة الآتية(الجبوري، و الدوري، 2020، ص224):

$$QV = \frac{Q \times A}{1000}$$

حيث أن Q هو عمق الجريان السطحي، أما A فهو المساحة الكلية للحوض، بينما 1000 هي وحدة تحويل من ملم إلى متر، وبناء على ما تقدم فقد بلغ حجم الجريان السطحي لحوض وادي الناقة أثناء فترة عاصفة دانيال المطرية (10-11 سبتمبر 2023م) نحو (51.43مليون/م^3) في اليوم، وهذه الكمية الكبيرة تعكس طبيعة الدمار الهائل للعاصفة على صعيد الأرواح البشرية والبنية التحتية والتغير في المظاهر الجيومورفولوجية من حيث النحت والإرساب والانهيارات وغيرها، صورة(1) التي توضح بعض الآثار التي حدثت في الحوض نتيجة هذا الجريان السطحي.

صورة (1) بعض اثار عاصفة دانيال على منطقة الدراسة.

المصدر: الدراسة الميدانية بتاريخ 2022/11/10، ووسائل التواصل الاجتماعي.

النتائج:

1. قسم حوض وادي الناقة إلى ثلاثة أصناف متطابقة مع تصنيف مصلحة صيانة التربة، تمثلت في صنف النباتات وصنف اللا تربة وتضم المباني والطرق والمنكشفات الصخرية، بينما الصنف الثالث يتمثل في الترب الجرداء التي تفتقر إلى وجود نباتات.
2. صنفت الترب في منطقة الدراسة إلى ثلاثة مجموعات هيدرولوجية (HSG) بحسب نسيج التربة وهي المجموعة (B,C,D) حيث أن مجموعة (D) هي السائدة فتمثل نسبة (54.8%) من المساحة الكلية للحوض وهذا يشير إلى خطورة الوضع في حوض وادي الناقة حيث أنها بيئة قابلة للفيضان.
3. تشير قيم (CN) وقيم (CNw) المرتفعة في معظم مناطق الحوض والتي تراوحت ما بين (61-94) إلى إمكانية توليد جريان سطحي في الحوض.
4. إن قيمة معامل (S) في حوض وادي الناقة تقع ضمن القيم المنخفضة حيث بلغت (42.1 ملم) ويدل ذلك على أن سطح حوض وادي الناقة بصفة عامة سريع في الاستجابة للجريان السطحي أثناء تساقط الامطار.
5. بلغت قيمة معامل الاستخلاص الأولى (Ia) (8.42 ملم) وهي قيمة منخفضة تدل على مقدار الفاقد من مياه الأمطار قليل، حيث يعكس ذلك على زيادة كمية الجريان السطحي في حوض وادي الناقة.
6. يقدر عمق الجريان السطحي (Q) لحوض وادي الناقة أثناء حدوث عاصفة دانيال المطرية نحو (159.37ملم)، بينما بلغ حجم الجريان السطحي (QV) (51.43مليون/م^3) وذلك خلال 24 ساعة مما يشير إلى حجم الجريان الضخم والذي سبب في دمار كبير على صعيد البنية التحتية والأرواح البشرية.

التوصيات :

1. توصي هذه الدراسة باستخدام برامج نظم المعلومات الجغرافية (GIS) وتقنيات الاستشعار عن بعد (RS) مع طريقة حفظ التربة الأمريكية (SCS-CN) في تقدير عمق وحجم الجريان السطحي؛ نظراً لسهولة استخدامها ودقة نتائجها.
2. الاستفادة من هذه البيانات ونتائج هذه الدراسة من قبل الجهات المعنية في إدارة الموارد المائية وإدارة الكوارث الطبيعية.

3. إعادة تشغيل وصيانة محطات الأرصاد الجوية لإقليم الجبل الأخضر لقياس هطول الأمطار بدقة شديدة؛ لإنشاء قاعدة بيانات مطرية تفصيلية يمكن الاستفادة منها في المجالات المختلفة.
4. أخذ الإجراءات الفورية والمستعجلة في الحد من المباني السكنية العشوائية في مجاري الحوض؛ مما يقلل من تأثير مخاطر الفيضانات المستقبلية على حياة السكان وسلامة ممتلكاتهم.

المصادر والمراجع:

- الجماهرية العربية الليبية الشعبية الاشتراكية العظمى، أمانة الزراعة (1980). خرائط التربة بمقياس رسم 1:50000، لوحة درنة IV3890، لوحة مطار درنة III3890، لوحة كرسة I-3790، لوحة مرسى الهلال IV3790، لوحة بير المسير II-3790، طرابلس.

- الجبوري، دلي خلف حميد، و الدوري، رغد سهمي، (2020)، التحليل الهيدرولوجي لتطبيق تقانة حصاد المياه لحوض وادي اللقلق بطريقة (SCS-CN)، مجلة جامعة تكريت للعلوم الإنسانية، المجلد 27 ، العدد 7.

- عاشور، عبد الونيس عبد العزيز (2022)، تقدير عمق الجريان السطحي لحوض وادي الناقة بالتكامل بين تقنيات نظم المعلومات الجغرافية ونموذج (SCS-CN)، مجلة جامعة سبها للعلوم البحثية والتطبيقية، المجلد21، العدد 2.

- علوان، نوال كامل (2014)، تقدير الجريان السطحي لحوض وادي دويريج، رسالة ماجستير، (غير منشورة)، جامعة بغداد، العراق.

- الكناني، حيدر محمد؛ والاسدي، صفاء عبد الامير (2020)، تقدير عمق الجريان السطحي لحوض وادي ابو غار باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، مجلة كلية التربية، جامعة واسط، العدد 41، الجزء الرابع.

- David,R.M.(1993).*Hand Book Of Small Watershed.*University Of Texas:USA.
- Hamad,S.(2020).Surface runoff estimation of Wadi Ba Al-Arid watershed NE Libya using SCS-CN,GIS and RS data.*Iranian Journal of Earth Sciences*, *12*(3),168-175.
- Soil Conservation Service.(1986). Urban Hydrology For Small Watershed. Technical releases 55,2nd, U.S. Dept of Agriculture, Washington D.C.

فيضانات الأودية بالجبل الأخضر، أسبابها ومخاطرها وكيفية الحد منها منطقتا البياضة وتاكنس بحوض وادي اللولب نموذجا

أ. د. الصيد صالح الصادق الجيلاني
استاذ دكتور بقسم الجغرافيا/ كلية الآداب/ جامعة بنغازي
assayed.jailani@yahoo.com

أ. سعد رجب حمدو لشهب
استاذ مساعد بقسم الموارد البيئية/ كلية العلوم البيئية/ جامعة بنغازي
saadlashhab@gmail.com

أ. فدوى على محمود الزردومي
محاضر بقسم الجغرافيا/ كلية الآداب/جامعة بنغازي
fadwaali290@gmail.com

الملخص:

ناقشت هذه الورقة موضوع فيضانات الأودية بالجبل الاخضر أسبابها ومخاطرها وكيفية الحد منها بمنطقتا البياضة وتاكنس بحوض وادي اللولب، حيث هدفت إلى دراسة العوامل المناخية والطبيعية المؤثرة في الجريان السطحي بوصفه المسبب الأول للفيضان، وتحديد أنواع الفيضانات التي انتابت منطقة الجبل الأخضر ومراكزها الحضرية، كما هدفت إلى تحديد أنسب المواقع لإنشاء السدود وفقاً لمعايير عالمية عن طريق خاصية الملاءمة المكانية، كما ركزت على دراسة العوامل المناخية والطبيعية المؤثرة في الجريان السطحي، واعتمدت الدراسة على عدة مناهج منها المنهج المقارن، والمنهج الأصولي (النظامي)، والمنهج الاستراتيجي، واستخدام وسائل وأساليب منها أسلوب التحليل الكارتوغرافي، وأسلوب التحليل المورفومتري، وأسلوب التحليل الكمي الإحصائي، وقد ركزت الدراسة على منطقتا البياضة وتاكنس بحكم موقعهما حيث تتعرضان لفيضانات شبه سنوية تقريباً تسببها السيول الجارفة، حيث تسببت بعض الأودية في إحداث دمار وخراب في الممتلكات والبنية التحتية، ومن أهم النتائج التي توصلت إليها هذه الدراسة ما يلي: إن أكثر الأودية انخفاضاً في معامل الرشح هي على التوالي أودية بوقراوة والعكي والبونتارية والشمارية ثم أودية بوربيح وبوعرق، والنوم والعناصل، وهي أودية خطيرة تهدد المنطقة بالفيضانات، تقل الفيضانات في الاودية التي تضم تكوين درنة، وتزداد في نظيرتها التي تضم تكوين أبولونيا، ومنه يتبين أن احتمال حدوث الفيضانات يكون متوقع في تلك الأودية التي تضم تكوين أبولونيا، إن من أكثر الأودية انخفاضاً في معامل الرشح هي على التوالي أودية بوقراوة والعكي والبونتارية والشمارية، ثم أودية بوربيح وبوعرق والنوم والعناصل، وهي أودية خطيرة تهدد المنطقة بالفيضانات.

الكلمات المفتاحية: سيول، فيضان، الجريان السطحي، الجبل الأخضر.

Al-Jabal Al-Akhdar's Wadies Floods: Causes and How to Reduce their Hazards. "Al-bayada and Takns Towns within Wadi Al-lowlb Basin are Modles for the Study"

Assyed Saleh AL sadeq AL jailani
Professor, Department of Geography, Faculty of Arts, University of Benghazi
assayed.jailani@yahoo.com

Saad Ragab Hamdo Lashahab
Assistant Professor, Department of Resources and Environment, College of Environmental Sciences, Al-Marj, University of Benghazi
saadlashhab@gmail.com

a. Fadwa Ali Mahmoud Al-Zardoumi
Assistant lecturer in the Geography Department, Faculty of Arts, University of Benghazi
fadwaali290@gmail.com

Abstract

This paper discussed the topic of valley floods in AL Jabal Al Akhdar, their causes and risks, and how to reduce them in the Al Bayada and Takenis regions in the Wadi Al Loulab Basin. It aimed to study the climatic and natural factors affecting surface runoff as the primary cause of floods, and to identify the types of floods that afflicted the AL Jabal Al Akhdar region and its urban centers. It also aimed to Determining the most suitable locations for constructing dams according to international standards through the feature of spatial suitability. It also focused on studying the climatic and natural factors affecting surface runoff. The study relied on several approaches, including the comparative approach, the fundamental (systematic) approach, and the strategic approach, and the use of means and methods, including the analysis method. Cartography, the morphometric analysis method, and the quantitative statistical analysis method. The study focused on the Bayada and Takenis regions, by virtue of their location, where they are exposed to almost semi-annual floods caused by torrential torrents, as some valleys caused destruction and devastation in property and infrastructure. Among the most important findings of this study were: The study follows: The Wadis with the lowest infiltration coefficient are, respectively, the Wadis of Bouqrawa, Akki, Bountaria, and Shamaria, then the valleys of Bourbih, Bouarq, Noum, and Anasel, which are dangerous valleys that threaten the region with floods. Floods decrease in the valleys that include the Derna Formation, and increase in their counterparts that include the Apollonia Formation. From this it is clear that the possibility of floods is expected in those valleys that include the Apollonia Formation. Among the valleys with the lowest infiltration coefficient are respectively the valleys of Bouqrawa, Al-Akki, Al-Buntaria, and Al-Shamaria, then the valleys of Bourbih, Bouarq, Al-Num, and Al-Anasel, which are dangerous valleys that threaten the region with floods.

Keywords; torrents, flood, surface runoff, AL Jabal Al Akhdar.

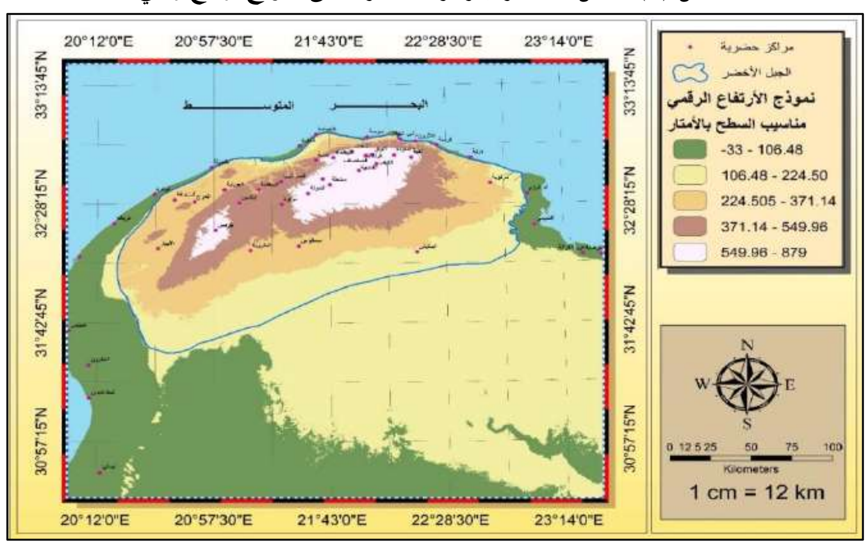
أولاً : الإطار النظري والمنهجي للدراسة:

1- موقع منطقة الدراسة :

يقع الجبل الأخضر فيما بين خليجي سرت غرباً و البمبا شرقاً وهو عبارة عن هضبة مرتفعة تتغطى بنباتات طبيعية دائمة الخضرة، وهو في مجملة يعد أيضاً حدبة تنحدر نحو الساحل انحداراً شديداً ويفصل هذه الحافة عن البحر سهل ساحلي غير منتظم الاتساع، إذ يضيق في بعض المواضع، ويتسع في أخرى بحسب قرب وبعد الحافة الجلية الأولى للجبل الأخضر، وتنحدر منحدراته الجنوبية انحدارا هيناً حتى تتداخل في الصحراء، هذا ويصل أعلى ارتفاع للجبل الأخضر 880 متراً قرب منطقة سيدي الحمري .

ويقع الجبل الأخضر فلكياً بين دائرتي عرض 13ً 43 31ْ و 55ً 55 32ْ شمالاً ، وبين خطي طول 37ً 18 20ْ و54ً 03 23ْ شرقاً . ويقطع الجبل الأخضر مجموعة من الأودية التي ينحدر بعضها شمالاً ليصب في البحر بينما ينحدر بعضها الآخر جنوباً ليصب في مناطق البلط، وبعض الأودية يصب في الشرق وتحديداً في خليج البمبا والتميمي، أما الأودية التي تتجه غرباً فتصب في البحر بعد مرورها بسهل بنغازي، الشكل (1)

الشكل (1) الجبل الأخضر ومراكزه الحضرية على نموذج ارتفاع رقمي.



المصدر: من عمل الباحثين .

2- مشكلة الدراسة :

يضم الجبل الأخضر العديد من المراكز الحضرية التي يعود تاريخ بعضها إلى الحضارات اليونانية والرومانية، كما يضم أيضاً شبكة من أحواض الأودية المتباينة في مساحاتها ومناسيبها واتجاهات تدفقها ومصباتها، كما تحتوي تلك الأحواض على شبكات مائية تختلف هي الأخرى في شكلها واتساعها ودرجة انحدارها وسرعة تدفق المياه بها . وتتسبب هذه الأودية في إحداث فيضانات مدمرة للمراكز الحضرية والمزارع كما تتسبب في هلاك الكثير من سكان المنطقة، كما حدث لمدينة درنة وسكانها .

ومن النظرة المتفحصة للجبل الأخضر لوحظ أن جل المراكز الحضرية التي توجد به تقع داخل أحواض الأودية أو على جوانبها أو في اتجاهات مصباتها، فعلى سبيل المثال تقع مدن القبة وملودة والقيقب في حوض وادي درنة، وتقع الفايدية وسلنطة وعمر المختار في حوض وادي الكوف، وقصر ليبيا في حوض بالعارض، وتقع تاكنس والبياضة وبطة في حوض وادي اللولب، بينما تقع قندولة ومراوة في حوض وادي سمالوس، لذا نسلم بأنه من اللازم درء أخطار الفيضانات عن كل المراكز الحضرية بالجبل الأخضر للحصول على قدر كافٍ من الأمان لها، وإذ تعاني المراكز الحضرية من أخطار فيضانات السيول بات من اللازم والضروري البحث عن طرق وسبل تكون كفيلة لحل مشكلة الفيضانات والتي ستركز عليها هذه الدراسة عند عرض مقترحاتها للحد من الفيضانات الكارثية المحتمل حدوثها .

3- أهداف الدراسة وأهميتها :

تصبو هذه الدراسة لتحقيق الأهداف الآتية :

- اشتقاق أحواض الأودية بالجبل الأخضر وتحديد خصائصها المائية والمورفومترية ودرجة خطورتها.
- دراسة العوامل المناخية والطبيعية المؤثرة في الجريان السطحي بوصفه المسبب الأول للفيضان.
- تحديد أنواع الفيضانات التي انتابت منطقة الجبل الأخضر ومراكزها الحضرية .
- تحديد أنسب المواقع لإنشاء السدود وفقاً لمعايير عالمية عن طريق خاصية الملاءمة المكانية.
- دراسة خصائص تربة الأودية من حيث مساميتها ونفاذيتها وارتباطها بمعامل الرشح .
- حماية المناطق الحضرية التي تتعرض للفيضانات شبه السنوية .
- توظيف تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية وتسخيرها في إنشاء الخرائط والنماذج المكانية.





وتتضح من خلال هذه الأهداف أهمية الدراسة في كونها تركز على عناصر مهمة تمس الحدث المقصود ألا وهو فيضانات الأودية المرعبة والكارثية، كما تظهر أهميتها بوصفها تستخدم في أساليب ووسائل دقيقة تمثلت في تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية، أيضاً ما يتمخض عن هذا العمل من توصيات ذات أهمية في الحد من الفيضانات والتقليل من مخاطرها .

4- الوسائل والأساليب المستخدمة في الدراسة :

أولاً : الوسائل :

1- نظم المعلومات الجغرافية، حيث ستستخدم بعض البرمجيات والتي منها :

Arc Map :

ويستخدم في إسقاط وتعريف الخرائط وعمليات الترقيم للشفافات النقطية والخطية والمضلعة، وإدراج كل ما يلزم الخريطة من مقاييس الرسم الخطية والنصية، ومفتاح الخريطة وشبكة إحداثياتها ورموزها وألوانها وإخراجها النهائي

Arc Catalog :

ويستخدم في إنشاء الشفافات النقطية والخطية والمضلعة، والتي تفتح في برنامج Arc Map لإتمام عمليات الترقيم Digitizing .

Arc toolbox :

ويستخدم في عمليات التحليل المكاني Spatial Analysis مثل إعداد النماذج والخرائط :

* نموذج الارتفاع الرقمي DEM

* نموذج انحدارات سطح الأرض Slopes

* نموذج اتجاه التدفق Flow direction

* الخريطة الكنتورية بفاصل رأسي متغير Contour Map

2- الاستشعار عن بعد :

ويتم تحليل المرئيات الفضائية باستخدام برنامج Erdas Imagen وذلك لكشف التغيرات التي طرأت على المنطقة، هذا ويتم خلال برنامج Google Earth استقاء واستقطاع المرئيات الفضائية المعرفة، كما يتم ترقيم بعض الظواهر النقطية والخطية والمضلعة، وهي بيانات معرفة جغرافياً .

ثانياً : الأساليب :

أسلوب التحليل الكارتوغرافي :

ويختص بدعم نتائج الدراسة الحقلية من خلال عمل الرسومات والقطاعات العرضية والطولية لبعض الظاهرات في المنطقة وربطها بالتغيرات التي حدثت نتيجة للتدخلات البشرية غير المرشدة في أحواض الأودية وذلك بغية الوصول إلى حقائق مؤكدة وتفسيرات علمية واضحة .

أسلوب التحليل المورفومتري :

ويتم فيه حساب مساحة المنطقة وطولها وعرضها ومحيطها ومتوسط عرضها ومناسيبها ودرجات انحدارها، واستخراج أحواض الأودية وشبكاتها التصريفية، مع تحديد الترب النهرية لكل وادي .

أسلوب التحليل الكمي الإحصائي :

ويستخدم في المعالجة الإحصائية لظاهرات السطح الطبيعية والبشرية، ورسم الأعمدة والمنحنيات التي تعبر عن طبيعة تلك الخصائص وعلاقاتها المتبادلة .

5- المناهج المستخدمة في الدراسة :

1. المنهج المقارن:

وهو أحد المناهج التي تبحث في أسباب حدوث بعض الظواهر عن طريق إجراء مقارنات بظواهر أخرى مشابهة بغية معرفة العوامل المسببة لحدوث هذه الظاهرة والتعمق في فهم أسبابها، كما يساعد هذا المنهج في استنتاج كافة العلاقات الموجودة بين الظواهر، وأيضاً التعرف على السلبيات والإيجابيات التي ترتبط بالدراسة، فهو طريقة فعالة توضح أوجه الشبه والاختلاف الموجودة في الدراسة، وقد تمت في هذه الدراسة مقارنة أحواض الأودية ببعضها وأيضاً مقارنة مخاطر الفيضانات التي تعرضت لها كل من البياضة وتاكنس.

2: المنهج الأصولي (النظامي) :

وهو ذلك المنهج الذي يدرس الظاهرة وأسبابها والعوامل المؤثرة فيها وتوزيعها الجغرافي للتعرف على التباين المكاني بين تلك الظواهر، وتحديد أسباب ذلك التباين وتأثيراته على ظواهر سطح الأرض، وما ينتج عن ذلك التباين من تأثيرات في المنطقة، وقد بينت الدراسة الحقلية العديد من الاختلافات المكانية بين أحواض الأودية، كما وجدت هذه الاختلافات

أيضاً في درجات خطورة تلك الأودية وما تسببه من فيضانات كارثية .

3: المنهج الاستراتيجي :

يستخدم للتعامل مع الأزمات، ويقوم على توصيف متكامل شامل لأزمة السيول في منطقة الدراسة، وما يحيط بها من عوامل وثوابت ومتغيرات، فهو عبارة عن مجموعة من الأساليب والوسائل المتبعة من أجل تحقيق أهداف الدراسة في أقل وقت ممكن وأقل جهد مبذول .

6-طريقة الدراسة: تم الاعتماد في هذه الدراسة على جانبين اثنين هما :

1. الجانب المكتبي :

وفيه تم الاعتماد على الكتب والدوريات والبحوث العلمية المنشورة، ورسائل الدكتوراه والماجستير، أيضاً تم الاعتماد على المصادر والتقارير والخرائط الطبوغرافية والجيولوجية، ونماذج الارتفاعات الرقمية ونماذج منحدرات سطح الأرض واتجاهات التدفق، كما تم توظيف تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد في انتاج خرائط لأحواض الأودية وشبكاتها التصريفية .

2: الجانب الميداني :

أجريت الدراسة الاستكشافية خلال يوم السبت الموافق 11 نوفمبر 2023، وقد أجرى خلالها استكشاف الأودية والسيول التي تسببت في الفيضانات التي اجتاحت منطقتي البياضة وتاكنس، وتم معرفتها من خلال التجوال داخل المنطقة حيث حددت مواقعها وخصائصها، كما تم التعرف على أسمائها من خلال سؤال أهل المنطقة الذين رافقوا الدراسة الاستكشافية بسياراتهم منذ صباح ذلك اليوم حتى غروب الشمس.

كما أجريت الدراسة الحقلية الثانية بتاريخ الأربعاء 29 نوفمبر 2023، وتم خلالها حصر الأضرار بمنطقتي تاكنس والبياضة، كما تم الوقوف على الأماكن التي حددت بخاصية الملاءمة المكانية لا نشاء السدود وفقاً لمجموعة من المعايير وقد ضمت خمسة مواقع لسدود في البياضة وأربعة مواقع لسدود في تاكنس، كما تم جمع عينات من تربة الأودية لفحصها وتحديد مساميتها ونفاذيتها وفقاً للدراسة المعدة من قبل جامعة عمر المختار، مشروع جنوب الجبل الأخضر الزراعي، التقرير النهائي لدراسة وتقييم النبات الطبيعي، التقرير النهائي 2005.

ثانياً: طبيعة أودية الجبل الأخضر وخصائصها :

1. نماذج لبعض أحواض أودية الجبل الأخضر :

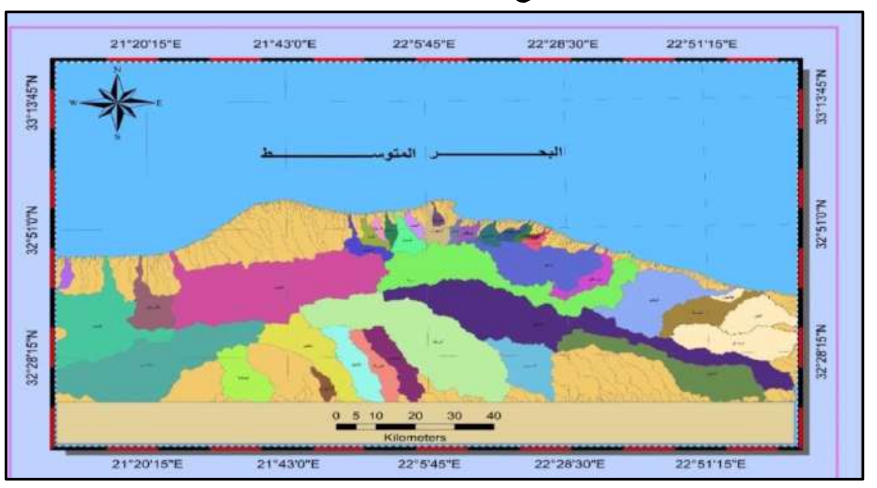
يزخر الجبل الأخضر بالعديد من أحواض الأودية وشبكاتها التصريفية، وقد نشأت تلك الأودية إبان العصر المطير خلال الزمن الجيولوجي الرابع، حيث تسببت الأمطار الغزيرة في تلك الفترة في نشوء أودية عميقة ذات جوانب شديدة الانحدار عملت سيولها على النحت الرأسي والتعميق وصولاً لمستوى القاعدة العام الذي تمثل في متوسط منسوب مستوى سطح البحر المتوسط، وبذلك بات الجبل الأخضر عبارة عن هضبة مقطعة بفعل تلك الأودية التي تتباين من حيث عمقها واتساعها واتجاهات تدفقها، هذا وكما هو موضح في **الشكل** (2) لوحظ أن هذه الأودية تختلف في مساحاتها وأشكال أحواضها واتجاهات تدفقها، فبعضها يتجه بمجاريه شمالاً ليصب في البحر المتوسط ويتجه بعضها الآخر صوب الجنوب لتتصرف مياهها في نطاق تصريف داخلي يسمى مناطق البلط، وجاء اتجاه تصريفها لكون الجبل الأخضر عبارة عن حدبة تنحدر منحدراتها الشمالية انحداراً شديداً صوب الشمال، بينما تنحدر منحدراتها الجنوبية بشكل هين وتدريجي حتى تتداخل في الأراضي الصحراوية، كما أن هناك أودية تنحدر شرقاً لتصب في خليج البمبا، وأخرى تنحدر غرباً وشمال غرب لتصب في البحر، وقد لوحظ أن جل المراكز الحضرية بالجبل الأخضر تقع داخل أحواض الأودية فعلى سبيل المثال تقع مدن القبة ولملودة والقيقب في حوض وادي درنة، وتقع الفايدية وسلنطة وعمر المختار وقصر ليبيا في حوض وادي الكوف، وتقع تاكنس والبياضة وبطة في حوض وادي اللولب، بينما تقع قندولة ومراوة ومدور الزيتون والخويمات في حوض وادي سمالوس، لذا نسلم بأنه من اللازم درء أخطار الفيضانات عن كل المراكز الحضرية بالجبل الأخضر للحصول على قدر كافٍ من الأمان لها .

2 . نموذج اتجاه التدفق في أحواض أودية الجبل الأخضر :

تختلف اتجاهات تدفق المياه بأحواض أودية الجبل الأخضر من مكان إلى آخر بسبب اختلاف اتجاهات منحدرات جوانب الأودية ومجاريها المائية، وقد تم استخدام تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية في استخراج المساحات بالكيلومترات المربعة التي يغطيها كل اتجاه، مع تحديد النسبة المئوية لكل اتجاه، وهذا يبين حجم الخطر الذي يهدد منطقة الجبل الأخضر ومراكزه الحضرية من خلال عمل السدود التعويقية للحد من مخاطرها

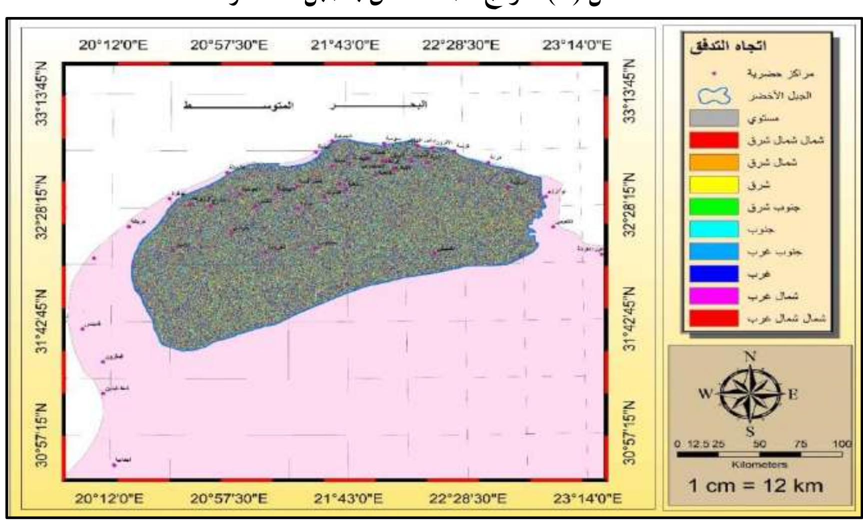
أيضاً تزويد الأودية بالمقاييس المطرية، وأجهزة قياس سرعة التيار المائي، وأجهزة قياس تصريف مياه السيول المتدفقة، ويبين الشكل (3) نموذج اتجاه التدفق لمنطقة الجبل الأخضر، كما يبين الجدول (1) كميات التدفق لكل اتجاه ونسبتها المئوية. أما الشكل (4) يوضح مساحة التدفق ونسبته المئوية على رسم بياني .

الشكل (2) نماذج لبعض أحواض أودية الجبل الأخضر.



المصدر: من عمل الباحثين .

الشكل (3) نموذج اتجاه التدفق بالجبل الأخضر.

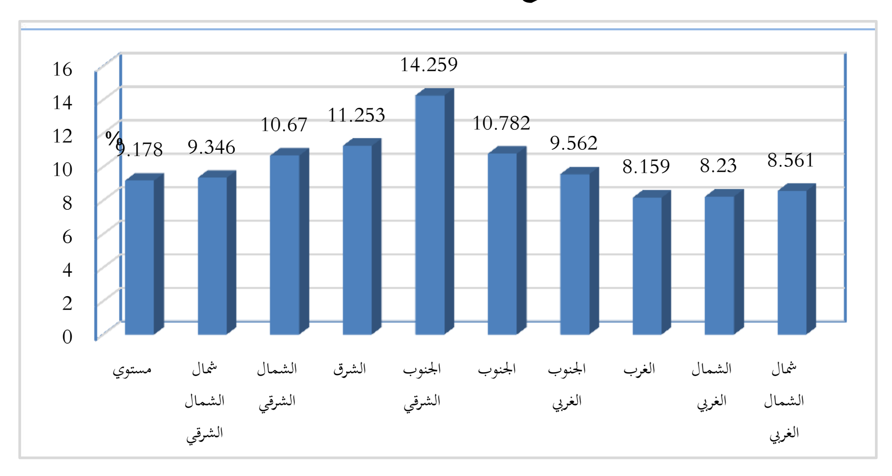


المصدر: من عمل الباحثين .

الجدول (1) مساحات اتجاه التدفق.

مجموع المساحة والنسبة المئوية لاتجاه تدفق المياه بأودية بالجبل الأخضر		
اتجاه التدفق	المساحة بالكيلومتر المربع	النسبة المئوية %
مستوي	2198.692179	9.178
شمال الشمال الشرقي	2238.952139	9.346
الشمال الشرقي	2555.979276	10.67
الشرق	2695.668494	11.253
الجنوب الشرقي	3393.125821	14.259
الجنوب	2582.94091	10.782
الجنوب الغربي	2290.720242	9.562
الغرب	1954.537904	8.159
الشمال الغربي	1971.581739	8.23
شمال الشمال الغربي	2072.447127	8.561
المجموع الكلي =	**23954.64583**	100

الشكل (4) يوضح النسبة المئوية لاتجاهات التدفق.



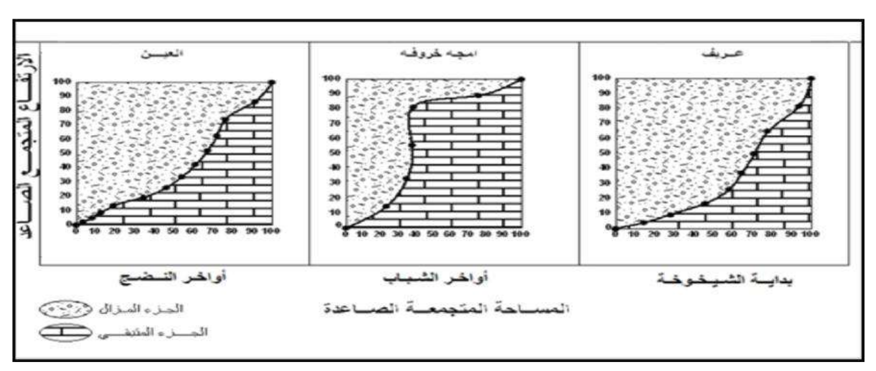
المصدر : الجدول (1) .

1- منحنيات التحليل الهبسومتري لبعض أحواض أودية الجبل الأخضر، وعلاقتها بسرعة الجريان السطحي:

من المعلوم أن أحواض أودية الجبل الأخضر قد نشأت خلال الزمن الجيولوجي الرابع كما سبق ذكره وقد نشأت هذه الأحواض بشكل متتالي، ولذلك لوحظ أن بعضها قد

أنتهى من دورته الجيومورفولوجية الكاملة بوصوله لمستوى القاعدة العام بينما تعرض بعضها الأخر لأكثر من دورة جيومورفولوجية بسبب تذبذب منسوب مستوى سطح البحر، ووفقاً لذلك تتباين تلك الأحواض في دوراتها، فألاوية التي اكتملت دوراتها الجيومورفولوجية تظهر بمنحنيات هبسومترية مقعرة أو شبه مقعرة، بينما في المقابل تتكشف المنحنيات الهبسومترية للأودية التي لم تنتهي من دورتها التحاتية بشكل قبابي شديد الانحدار، وهذه الأودية تهدد المراكز الحضرية بالفيضانات، البعض منها شبه سنوي، ولمعرفة عودة كل حوض وادي للفيضان مرة أخرى من اللازم رسم منحنيات تكرار الفيضانات لكل الأودية حتى يتم التنبؤ بموعد قدومها ويتم أخذ التدابير اللازمة لذلك . وقد تم عمل المنحنيات الهبسومترية لعدد ثلاثة أودية بالجبل الأخضر، الشكل (5) .

الشكل (5) المنحنيات الهبسومترية لبعض أحواض أودية الجبل الأخضر.



ومن الشكل يتضح التباين المكاني والزماني بينهن، حيث يظهر المنحنى الهبسومتري لحوض وادي تصريف في بداية مرحلة الشيخوخة، ولذلك تكون سرعة التيار المائي المتدفق على شكل جريان سطحي بطيئة مقارنة بالمنحنى الهبسومتري لحوض وادي أمجه خروفة الذي يظهر في أواسط الشباب وهنا تشتد سرعة التيار المائي المتدفق على شكل جريان سطحي، ويتسبب في خراب ودمار البنى التحتية والمباني السكنية وكل المرافق العامة والخاصة التي توجد بالمراكز الحضرية .

4- أسباب فيضانات الأودية بالجبل الأخضر :

يشمل الجبل الأخضر الكثير من الأودية متباينة الخصائص الطبيعية، إذ تختلف في مساحاتها وخصائصها المورفومترية والشكلية والهيدرولوجية، كما يضم الجبل الأخضر

أيضاً العديد من المراكز الحضرية التي يقع جلها كما سبق ذكره يقع في داخل أحواض الأودية، وقد حدثت الكثير من الفيضانات في الجبل الأخضر من ثلاثينيات القرن الماضي حتى فيضان وادي درنة الكارثي في سبتمبر 2023م، وتسببت تلك الفيضانات في تدمير البنى التحتية والمرافق العامة والخاصة إلى جانب هلاك الكثير من سكان المدن والقرى التي كانت قريبة من مجاري الأودية وتقع في نطاق تدفق السيول الجارفة، ونذكر من تلك الفيضانات على سبيل المثال حسب ما ورد عن تقرير الهيأة العامة للمياه ما يلي:

فيضانات وادي القطارة خلال السنوات (1938 – 1954 – 1966 – 1979 – 1994- 2916م)، وفيضانات وادي درنة التي حدثت خلال عامي 1959 و2023م.

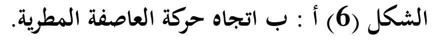
ويمكن تلخيص أسباب فيضانات الأودية بالجبل الأخضر فيما يلي :

(أ): الجريان السطحي : Surface – runoff

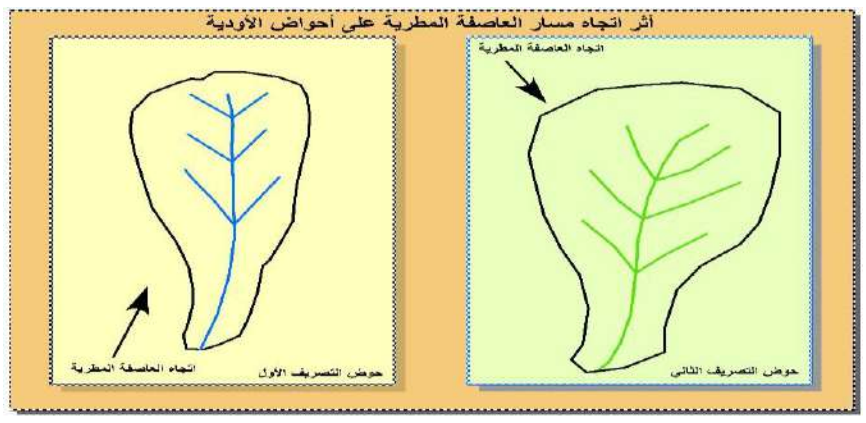
يعد الجريان السطحي المسبب الرئيس للفيضانات في الجبل الأخضر، خاصة في ظل توفر بعض العوامل التي تؤدي إلى زيادة سرعته مثل : شدة تساقط الأمطار وطول فترة تساقطها بوصفها مصدراً رئيساً للجريان السطحي وانخفاض معدل الرشح في بعض الأودية.

(ب): اتجاه العاصفة المطرية : Direction of Storm Movement

إذا كان اتجاه العاصفة المطرية مبتدئاً من نقطة مصب الحوض في اتجاه أعالي الحوض، كما هو موضح في الشكل (6– أ) نلاحظ أن مياه الأمطار التي تحدث بجوار مصب الوادي سوف تعبر المصب قبل أن تصل مياه الجريان الآتية من أعالي الحوض إلى مصب الحوض – أما إذا كان اتجاه العاصفة المطرية من أعالي الحوض إلى المصب الشكل (6– ب) . ففي هذه الحالة نلاحظ أن وقت وصول مياه الجريان إلى مصب الحوض هو نفس وقت وصول العاصفة المطرية فوق المصب، وهنا نشاهد أن المياه التي تسقط فوق المصب علاوة على مياه الجريان السطحي القادمة من أعالي الحوض تتجمع معاً لتعطي وتحدث ذروة جريان عالية، وهنا يكون حوض أ : له ذروة جريان بسيطة، وحوض ب : له ذروة جريان عالية (السلاوي، 1989، ص298–300).


الشكل (6) أ : ب اتجاه حركة العاصفة المطرية.


(6– ب) (6– أ)



(ج): انحدار سطح الحوض : Slope of the basin surface

يتحكم انحدار سطح الحوض ومجراه الرئيس في سرعة جريان المياه، كما أنه يعد من أهم العوامل التي تتحكم في زمن الجريان السطحي ومدى تركز تساقط الأمطار في مجرى الوادي، ويرتبط أيضاً بقوة الفيضان، ويصبح من خلاله معدل الرشح منخفضاً حتى لو كانت تربة الحوض ذات نفاذية جيدة، وذلك بسبب شدة الانحدار وسرعة الجريان، لذلك تكون الأودية ذات الانحدار الشديد هي أكثر احتمالاً من غيرها لحدوث الفيضان .

(د): الطبقة السطحية للتربة : Surface layer for soil

عندما تزداد شدة التساقط على حوض التصريف تتعرض طبقة التربة السطحية لارتفاع محتواها الرطوبي، ويؤثر ذلك على معدل وطاقة الرشح، إذ أن العلاقة بين ارتفاع رطوبة التربة، ومعدل وطاقة الرشح علاقة عكسية فيؤدي ذلك إلى انخفاض معدل الرشح إلى أدنى حد له، وبذلك يصبح حوض التصريف يهدد بحدوث الفيضان .

(هـ): أثر مساحة الحوض : Impact of basin area

تتباين أحواض الأودية بالجبل الأخضر في مساحاتها، فبعضها ذو مساحات كبيرة وبعضها الآخر ذو مساحات من متوسطة إلى صغيرة، ولتحديد أحواض الأودية التي تتعرض للفيضان أكثر من حيث مساحتها، لوحظ أن الأحواض الكبيرة أقل حدوثاً للفيضانات المباغتة، فهناك علاقة عكسية بين مساحة الحوض والجريان السطحي إذ يقل الجريان السطحي في الأحواض ذات المساحات الكبيرة، كما أن شدة تساقط المطر تقل أيضاً في

الأحواض الكبيرة، وعلى ذلك تقل شدة الفيضانات في مثل هذه الأحواض في المقابل لوحظ أن الأحواض ذات المساحات المتوسطة والصغيرة، والتي تظهر مجاري أوديتها ضيقه وذات جوانب شديدة الانحدار هي أكثر الأحواض تأثراً بالفيضان ولا يامن جانبها .

(و): انهيار السدود والحواجز : Collapse of dams and barriers

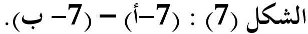
كثيراً ما تتعرض السدود والحواجز التي أنشأها الإنسان في مجاري الأودية للانهيار الذي ينتج عنه حدوث فيضانات كارثية تكتسح كل ما هو في طريقها مخلفة دماراً في كل المراكز الحضرية التي تطالها وتجتاحها، وما حدث في حوض وادي درنة أفضل مثال على ذلك.

(ز): شدة تساقط الأمطار وطول فترة تساقطها: The intensity of rainfall & the length of its rainfall

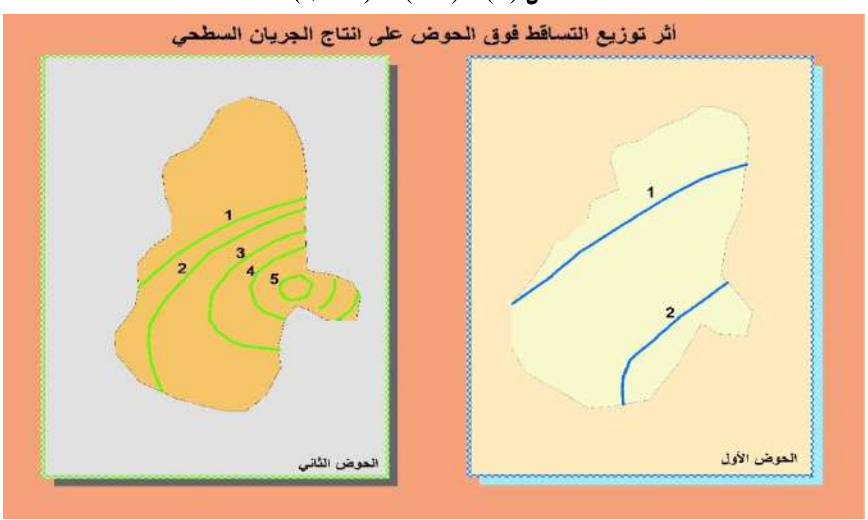
تتسبب شدة تساقط الأمطار في إحداث فيضانات كبيرة، خاصة عندما تزيد شدة التساقط عن معدل الرشح إذ بزيادة شدة التساقط تزداد سرعة الجريان السطحي، وسرعة زيادة منسوب المياه بالوادي وينخفض معدل وطاقة الرشح وبالتالي يصبح حوض الوادي يهدد بالفيضان، كما أن طول فترة التساقط يوثر على الجريان السطحي، إذ أن هناك علاقة عكسية بين معدل وطاقة الرشح وبين زيادة طول فترة التساقط، وباستمرار التساقط لفترات طويلة يتوقع حدوث الفيضانات المدمرة .

(ح): توزيع الأمطار فوق حوض التصريف: Distribution of rain over the drainage basin

من النادر أن تكون الأمطار موزعة توزيعاً منتظماً فوق كل مساحة الحوض، ولمعرفة أثر توزيع الأمطار على انتاج الجريان السطحي يوضح الشكل (7) حوضي مطر (7أ –7 ب)، ومنه لوحظ أن الحوض الأول (7–أ) لا ينتج جرياناً سطحياً مطلقاً نتيجة العاصفة المطرية التي سقطت فوقه، وفي ذات الوقت لوحظ أن الحوض الثاني الموضح في الشكل (7–ب) ينتج فيضاناً كبيراً، والسبب في ذلك أن العاصفة المطرية فوق الحوض الأول كانت موزعة توزيعاً منتظماً فوق الحوض، وأنه لربما لم تتعد شدة التساقط معدل الرشح أما في الحوض الثاني فكان توزيع العاصفة المطرية غير منتظم، وكانت شدة التساقط أكبر بكثير من معدل الرشح وكانت نتيجة ذلك جرياناً سطحياً شديداً (السلاوي، 1989، ص298–299).



الشكل (7) : (7-أ) – (7- ب).

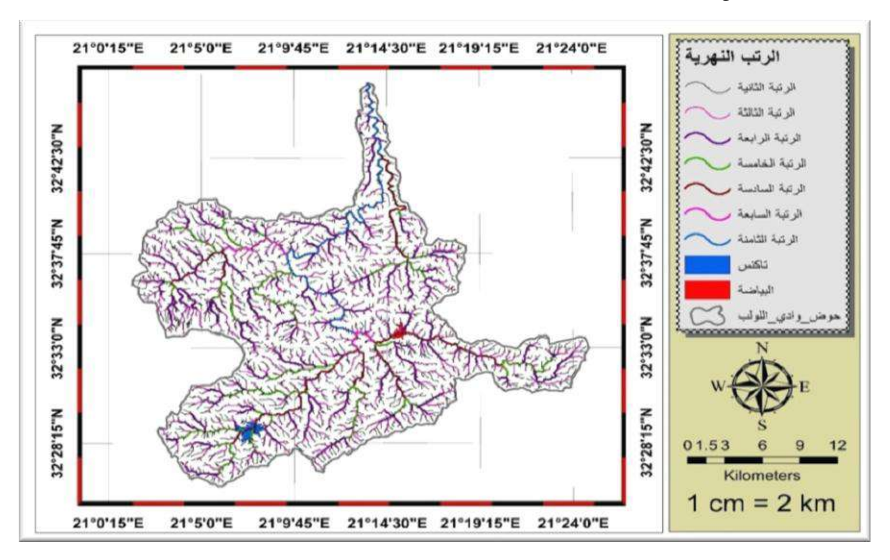


ثالثاً : منطقتا البياضة وتاكنس بحوض وادي اللولب نموذجاً :

تقع منطقتا البياضة وتاكنس في حوض وادي اللولب، الشكل (8) ، وتتعرضا بحكم موقعهما لفيضانات شبه سنوية تقريبا تسببها السيول الجارفة، وقد أدت هذه الفيضانات إلى إحداث دمار وخراب في الممتلكات والبنية التحتية، كما تسببت في تهجير العديد من سكان المنطقة، والقضاء على الحيوانات من الأغنام والماشية، ناهيك عن جرف التربة الفيضية وتعرية السطح لتتكشف الصخور الجيرية التي كانت مغطاة بالرواسب .

هذا ويقع حوض وادي اللولب في شمال الجبل الأخضر لينتهي بمصبه عند شاطئ البحر المتوسط، ويحده من الشرق حوض وادي بالعارض، أما من الغرب فيحده حوض المرج، وتتوافق حدوده الجنوبية مع حدود حوض وادي سمالوس لتكون جزء من خط تقسيم المياه بين شمال وجنوب الجبل الأخضر، وتبلغ مساحته الإجمالية 561.61451 كيلو متراً مربعا، ويصل طول محيطه إلى 164.599927 كيلو متر، أما طوله فبلغ 39.257 كيلو متر، ووصل أقصى عرض له إلى 36.840 كيلو متر، أما متوسط عرضه فبلغ 14.306 كيلو متر، ويقع حوض وادي اللولب فلكياً بين دائرتي عرض 682 . 09 26 32 و 391. 18 46 32 شمالا، وبين خطي طول 524. 28 01 21 و 906 . 46 24 21 شرقا، الشكل (8) .

الشكل (8) حوض وادي اللولب وشبكته التصريفية ومنطقتا البياضة وتاكنس.



المصدر: من عمل الباحثين .

1. الخصائص الجيولوجية لحوض وادي اللولب :

(أ): **التكوينات الصخرية والتتابع الطبقي**: تتكشف بحوض وادي اللولب مجموعة من التكوينات الصخرية التي تتوزع داخل حوضه التصريفي، ويمكن عرضها كما يلي :

تكوينات عصر الإيوسين :

– **تكوين أبولونيا**: من خصائص هذا التكوين أنه يتألف من حجر جيري بني مائل إلى البياض دقيق الحبيبات إلى دقيق التبلور طباشيري جزئياً طبقاته متوسطة السمك به درنات وعدسات من الصوان ذات لون بني إلى رصاصي، وتتبادل طبقات الحجر الجيري الطباشيري والمارلي جزئياً الانكشاف بشكل منتظم مع الحجر الجيري سميك الطبقات دقيق التبلور . ويحتوي تكوين أبولونيا على مجموعة من أحافير الفورامنيفيرا، تتكون من فورامنيفيرا هائمة وقاعية (Rohlich, 1974).

– **تكوين درنة**: يضم هذا التكوين كل من الحجر الجيري درنة والحجر الجيري سلنطة، ويتألف هذا التكوين من حجر جيري مائل إلى البياض أو الصفرة ذي حبيبات دقيقة، وهو في الغالب ذو طبقات سميكة إلى عديم التطبق، ويتألف أيضاً من حجر جيري أحفوري طحلبي مرجاني يحتوي على نسبة كبيرة من النيموليات خصوصاً في الأجزاء العلوية منه




حيث تعد أحافير النيمولايت من أكثر الأحافير شيوعاً لأنها تدخل في تكوين جزيئات معظم تكوين درنة، ويتطور تكوين درنة في المنطقة الساحلية تدريجياً من تكوين أبولونيا الواقع تحته، وأحياناً يتداخل معه جانبيا، وقد بلغ السمك الإجمالي لهذا التكوين 140 متراً ، بينما بلغ أكبر سمك له 270 متراً في جنوب وادي الكوف، ويتناقص سمك هذا التكوين تدريجياً بالاتجاه جنوباً حتى يختفي عند المنحدر الجنوبي للجبل الأخضر (Rohlich, 1974,pp,37,38).

تكوينات عصر الأوليجوسين :

- تكوين البيضاء : ويضم عضو شحات المارلي وعضو الجير الطحلبي، وعد **Rohlich** هذه الوحدة الصخرية دورة ترسيبيه واحدة مع سطح عدم توافق بينها، وبين الطبقات التي فوقها والتي تحتها، ويقع المقطع المثالي لهذا التكوين على بعد كيلومترين ونصف شمال غرب البيضاء، ويمكن تمييز عضوين في هذا التكوين هما :

- عضو شحات المارلي :

استخدم **Klensmiede&Van Berg (1968)** هذا المصطلح بوصفه عضواً سفلياً لتكوين الكوف على المنحدر الشمالي للجبل الأخضر بين منطقتي البياضة والملودة، وهو يتكون من مارل مصفر إلى رمادي وحجر جيري مارلي مع تدخلات من الحجر الجيري ذي الحبيبات الدقيقة في بعض المواضع، ويبلغ سمكه الأكثر شيوعاً حوالي 20 متراً (Pietersz, CR. 1968).

- عضو صخر الجير الطحلبي :

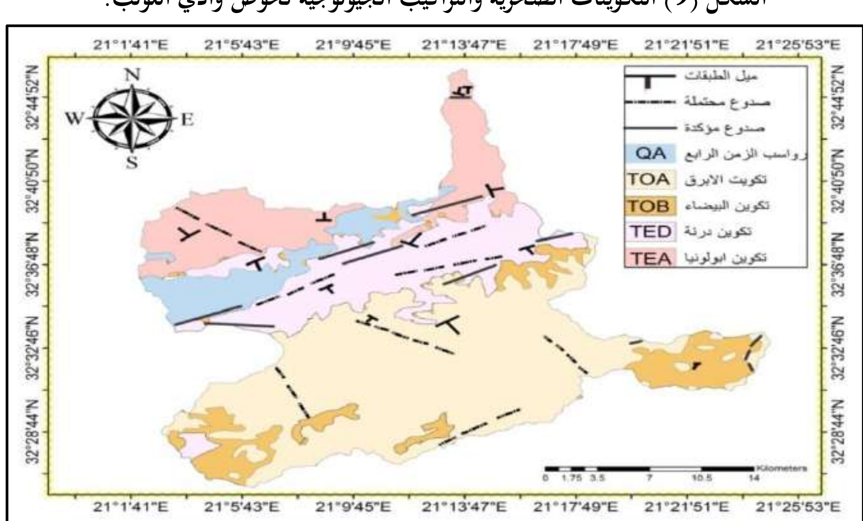
يتألف هذا العضو من حجر جيري مصفر إلى مبيض متوسط الحبيبات إلى مجهري التبلور، ذي طبقات عظيمة السمك، ويتراوح سمك هذا العضو بين 20 و 28 متراً **pietersz (1968)**، وسطح الانفصال السفلي له متدرج مع شحات مارل .

- تكوين الأبرق: يتطابق هذا التكوين مع عضو كالكارنيت الأبرق لتكوين وادي الكوف وعضو كالكارنيت تكوين شحات، وقد رفع **Rohlich (1974)** هذه الوحدة الصخرية إلى رتبة تكوين، لأنها تمثل دورة ترسيبية منفصلة عن الوحدات التي تسبقها مثل تكويني درنة والبيضاء، ويتألف هذا التكوين من حجر جيري (كالكارنيت إلى كلسيوتيت) إلى حجر جيري دولوميتي، ودولوميت ومارل .

تكوينات الزمن الرابع:

تراكمت رواسب هذا الحقب بسطح تعرية لا توافقي فوق التكوينات الأقدم منها، وهي في معظمها رواسب نهرية فيضية وتتألف من الحصى الذي غالباً ما يكون مشتقاً من صخور الزمن الثالث والعصر الكريتاسي العلوي، ويصل سمك تراكمات الحصى المختلط بالتربة الكلسية المحمرة والغرين إلى عشرة أمتار في بعض المناطق، وقد صنف **McBurney & Hye** (**1955**) رواسب الأودية الحصوية الموجودة بالمناطق الساحلية إلى الحصى الأقدم والحصى الأحدث، يغطي النوع الأول المصاطب البحرية العلوية بينما يكون النوع الثاني رواسب الطمي في السهل الساحلي (McBurney & Hye, 1955). الشكل (9)

الشكل (9) التكوينات الصخرية والتراكيب الجيولوجية لحوض وادي اللولب.



المصدر: من عمل الباحثين .

(ب): التطور التكتوني للجبل الأخضر :

نمت حدبة الجبل الأخضر على الحافة الشمالية للدرع الافريقي العظيم ، جنوب بحر تيثس (**Thyths**) القديم وتقطع هذه الحافة مجموعة من الصدوع المحاذية لشاطئ شمال افريقيا باتجاه (شرق – غرب)، وقد عثر **Laubscher** & **Beroulli** (1977)، على أدلة أحواض التيرانيان والأولونيان الواقعة في منتصف البحر المتوسط ، تبين أن البدايات الأولى لنشأة البحر المتوسط تعود إلى منتصف العصر الجوراسي، كما بينت الدراسات

الجيولوجية أن الجزء الشمالي الشرقي من ليبيا يتألف من خمسة نطاقات جيولوجية ، يمكن التعرف عليها من الجنوب إلى الشمال كما يلي:

(أ) مصطبة برقة الجنوبية

(ب) صدع برقة .

(ج) حوض الجبل الأخضر الذي تغير إلى حدبة الجبل الأخضر .

(د) المرتفعات الشمالية المغمورة .

(ج): التراكيب الجيولوجية :

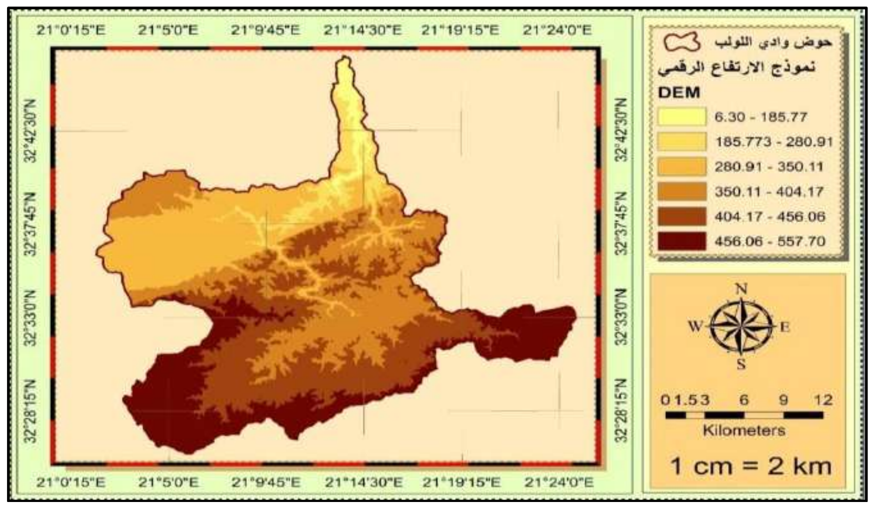
وتشمل التراكيب الأولية والتراكيب الترسيبية، والتراكيب بعد الترسيبية، والتراكيب الحيوية، والتراكيب الحتية وتتكون كل هذه التراكيب في الصخور الرسوبية في أثناء ترسيبها، أو بعد فترة وجيزة من عملية الترسيب، وتفيد في مضاهاة التتابعات الرسوبية، ومعرفة مواقع أقدم الطبقات وأحدثها، وتتمثل التراكيب الثانوية في الصدوع والطيات والفواصل والشقوق .

2- الشكل العام لسطح حوض وادي اللولب :

(أ): مناسيب السطح (نموذج الارتفاع الرقمي) :

تتباين مناسيب السطح بحوض وادي اللولب من مكان إلى آخر، وبما أن المناسيب تعد مهمة من حيث تأثيرها على الجريان السطحي، بالحوض فقد تم استخراج نموذج الارتفاع الرقمي للحوض الشكل (10) ومنه يمكن استنتاج ما يلي :

الشكل (10) نموذج ارتفاع رقمي لحوض وادي اللولب.



المصدر: من عمل الباحثين .

1 . تتراوح مناسيب السطح بالحوض بين 6.30 و 557.70 متراً .

2 . تتركز فئة الارتفاع 6.30 – 185.77 في مجرى الوادي الرئيس قرب المصب، أما فئة الارتفاع 185.773 – 280.91 فتتركز في عنق الحوض حول مجرى الوادي، ولذلك تعد أكثر الأماكن انخفاضاً .

3 . تقع مناسيب الفئة 280.91- 350.11 والفئة 350.1 – 404.17 في الأجزاء الشمالية والوسطى من الحوض، كما تظهر في جزء بسيط بالركن الشمالي الغربي للحوض . وهي تحتل المرتبة الثانية من حيث الارتفاع. وتقع منطقة البياضة على هذا المنسوب .

4 . تحتل الفئة 404.17 – 456.06 والفئة 456.06 – 577.70 أعلى مناسيب في الحوض أذ تحتل هذه الأماكن المرتبة الأولى من حيث الارتفاع، ويقع الجزء الجنوبي الغربي من منطقة تاكنس عند هذه المناسيب .

5 . من خلال تفحص مناسيب حوض وادي اللولب يتبين أن هناك أمكان مرتفعة تنحدر منها أودية باتجاه منطقة البياضة، وهي اعلى ارتفاع من ناحية الشرق وتحديداً مجرى حوض وادي النوم، في المقابل لوحظ ارتفاع المنطقة الجنوبية الغربية من الحوض والتي تنحدر منها مجموعة من الأودية مثل وادي بوعرق ووادي بوربيح، اللذين يجتاحان منطقة تاكنس بفيضانات شبه سنوية .

(ب): نموذج انحدار سطح حوض وادي اللولب :

من المعلوم أن انحدار السطح يؤثر على الجريان السطحي في مجاري الأودية خاصة في مناطق الانحدارات الشديدة، ويؤدي ذلك إلى حدوث فيضانات مدمرة، لذا تفيد معرفة نطاقات الانحدار وتوزيعه فوق الحوض، تفيد في الحد من الفيضانات بعد اتخاذ التدابير اللازمة، والشكل (11) بين ذلك ومنه تتضح النتائج الآتية :

1 . تتراوح درجات الانحدار في حوض وادي اللولب بين 0 – 8.08 درجة .

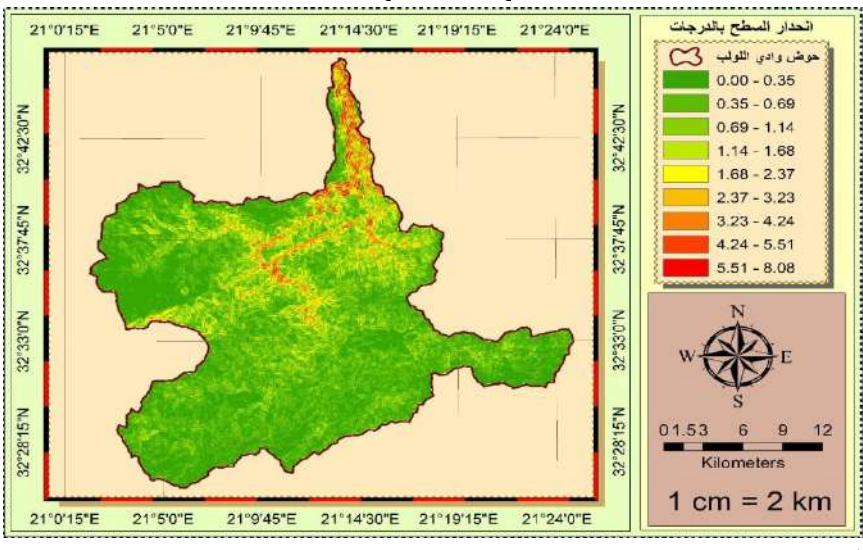
2 . بشكل عام هي عبارة عن انحدارات هينة باستثناء المنطقة التي تظهر باللون الأحمر في حوض الوادي قرب المصب.

3 . تبدأ الانحدارات في الزيادة من الفئة 2.37 –68. 1، وترتفع حتى آخر فئة 5.51- 8.08 .

4 . من خــلال تفحص النموذج يتبين أن جل حوض الوادي ذو انحدارات هينة لا تزيد عن

1.68 درجة، وقلة درجة الانحدار لا يعني انها تمنع الفيضانات، بل تحد فقط من سرعة الجريان السطحي .

الشكل (11) نموذج انحدار سطح حوض وادي اللولب.

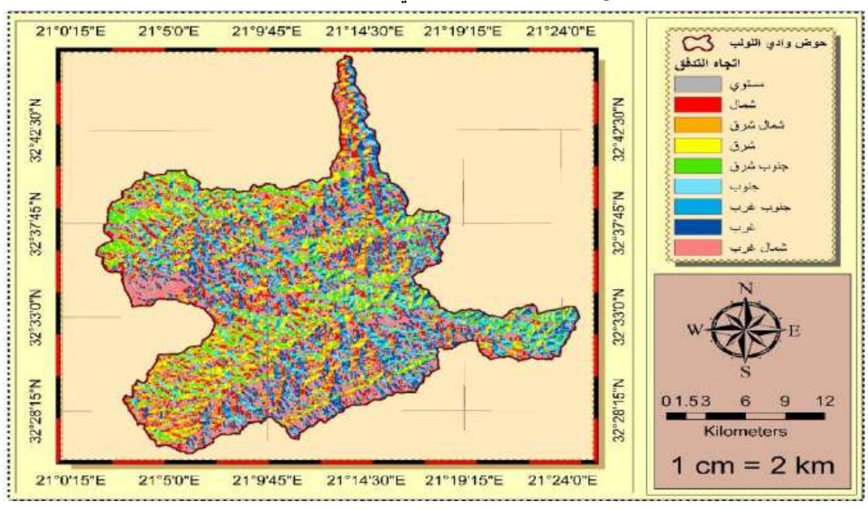


المصدر: من عمل الباحثين .

(ج): نموذج اتجاه التدفق بحوض وادي اللولب :

توضح اتجاهات التدفق بحوض التصريف مواضع انسياب المياه وتدفقها حسب انحدار السطح بالحوض، والشكل (12) يبين ذلك ومنه يمكن استخراج الملاحظات الآتية :

الشكل (12) اتجاه التدفق في حوض وادي اللولب.



المصدر: من عمل الباحثين .

1 . تتراوح اتجاهات التدفق بين المستوي (لا يوجد اتجاه تدفق) وبين اتجاهات مختلفة .

2 . تتركز الاتجاهات الشمالية والجنوبية، والجنوبية الغربية، والغربية في الجزء الشمالي والجزء الجنوبي الشرقي .

3 . تتركز اتجاهات التدفق الشمالية الشرقية والشرقية والجنوبية الشرقية في الجزء الشمالي الغربي من الحوض والجزء الجنوبي الغربي منه .

وقد ركزت هذه الدراسة على منطقتي البياضة وتاكنس بوصفهما نموذجاً لما حدث بالجبل الأخضر ولهما من أضرار فيضانات السيول الجارفة، ويمكن تبيان الأضرار التي انتابتها خلال عاصفة دانيال كما يلي:

1– منطقة البياضة :

تقع منطقة البياضة في الجزء الشرقي من حوض وادي اللولب عند التقاء مجموعة من الأودية ذات السيول الجارفة تمثلت في أودية النوم والبونتارية والعناصل وشعيب والشمارية، أما فلكياً فتقع بين دائرتي عرض 27 33 32 و20 34 32 شمالاً ، وبين خطي طول 49 14 21 و29 15 21 شرقاً . الشكل (13).

الشكل (13) الأودية المسببة للضرر بمنطقة البياضة.

المصدر: من عمل الباحثين .

أ- أشد سيول الأودية خراباً ودماراً للمنطقة :

- **وادي البونتارية**: تبدأ منابع وادي البونتارية من غوط تيس شمال منطقة البياضة حيث يلتقي وادي تيس الممتد من الغرب إلى الشرق بوادي الدرعي المنحدر من الشمال الشرقي باتجاه الجنوب الغربي ليكونا وادي البونتارية الذي ينحدر من الشمال باتجاه منطقة البياضة مخترقاً الجزء الشرقي منها، والذي يسمى بحي المخطط، ويلتقي وادي البونتارية، بمجرى وادي النوم في وسط منطقة البياضة عند الطريق العام المحاذي للمدرسة، وقد تسبب الجريان السطحي للوادي في اغراق حي المخطط بالكامل ناهيك عن تدميره لأسوار المدرستين الواقعتين قرب الطريق العام.

- **وادي شعيب**: ينحدر وادي شعيب من الشمال إلى الجنوب باتجاه منطقة البياضة، وتبدأ منابعه من غوط تيس شمال البياضة، وهو وادي قصير نسبياً يخترق وسط منطقة البياضة ثم يتجه ناحية الغرب ليلتقي بمجرى النوم والبونتارية، وقد تسبب الجريان السطحي للوادي في اغراق الشعبية والسوق العام.

- **واديا النوم والعناصل**: تبدأ منابع وادي النوم من الجنوب الشرقي لحوض وادي اللولب شرق المصيليبة قرب خط تقسيم المياه بين حوضي الكوف واللولب، وينحدر مجرى الوادي باتجاه الشمال الغربي ليصب في غوط البياضة، وقبل وصوله إلى المنطقة السكنية يلتقي بوادي العناصل الذي تبدأ منابعه العليا من المصيليبة مخترقاً غابة العناصل، ليشكلا مجرى واحد قرب سيرة قصر الريح، ليصب في وسط منطقة البياضة عند الطريق العام ملتقياً بوادي البونتارية المنحدر من الشمال، ويعد وادي النوم من اكثر الاودية التي تسببت في حدوث أضرار نتيجة الجريان السطحي لمياهه، حيث أغرق حي العقاري الواقع جنوب الطريق العام حتى وصل منسوب المياه في هذا الحي إلى أكثر من 3 أمتار وخلف أضرار في المرافق والمنشآت العامة كمستشفى البياضة القروي.

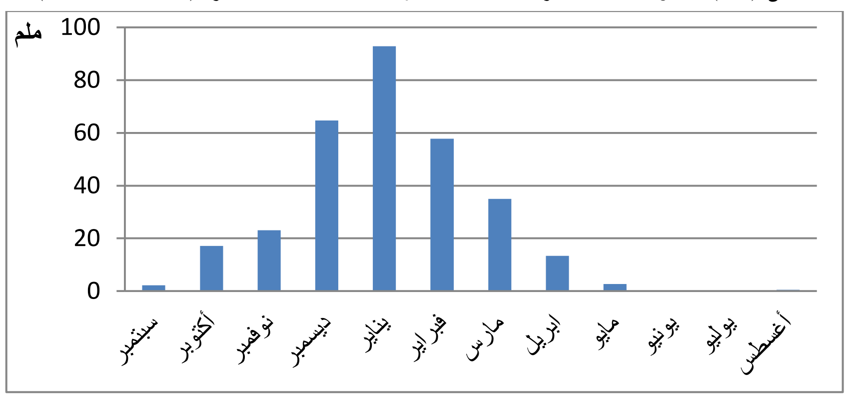
ب- عنصر المطر بمحطة البياضة :

الجدول (2) المتوسطات الشهرية لكمية الأمطار بمنطقة البياضة للفترة (1929 . 1978).

الشهر	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	يناير	فبراير	مارس	ابريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	المعدل السنوي
الكمية/ ملم	2.2	17.2	23.1	64.7	92.8	57.8	35	13.4	2.7	0	0	0.5	309.8

المصدر: الهيأة العامة للمياه، فرع المنطقة الشرقية، دراسة المصادر المائية لمنطقة البيضاء – البياضة، تقييم مصادر المياه السطحية، التقرير الرئيسي، هيدروجيو 1992،ص30.

الشكل (14) المتوسطات الشهرية لكمية الأمطار بمنطقة البياضة للفترة (1929 . 1978).



المصدر: الجدول (2).

ج – سكان منطقة البياضة :

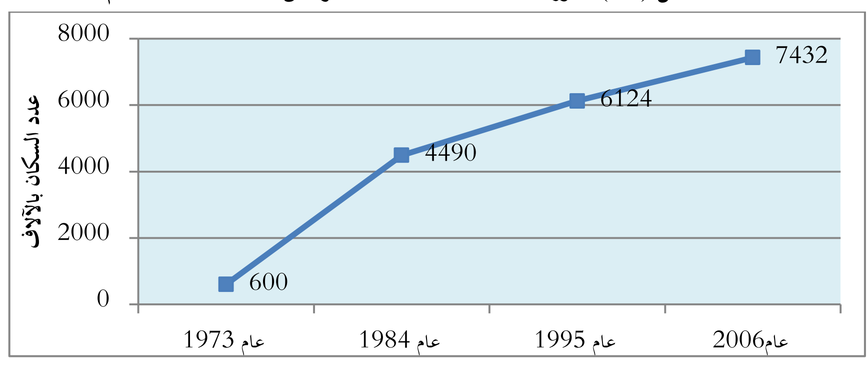
يبين الجدول (3) والشكل (15) تطور سكان منطقة البياضة من سنة 1973 حتى سنة 2006 وهو كما يلي:

الجدول (3) التطور العددي لسكان منطقة البياضة.

السنة	عدد السكان
1973	600
1984	4490
1995	6124
2006	7432

المصدر: الجماهيرية العربية الليبية الشعبية الاشتراكية العظمى، الهيئة العامة للمعلومات والتوثيق، مصلحة الإحصاء والتعداد، النتائج الأولية للتعداد العام للسكان، للأعوام، 1973،1984،1995،2006.

الشكل (15) تطور سكان البياضة خلال الفترة من 1973 – 2006م.



المصدر: الجدول (3)

د – حجم الأضرار التي لحقت بمنطقة البياضة :

يبن الجدول (4) حجم الأضرار التي لحقت بمنطقة البياضة والأودية التي تسببت في تلك الأضرار، وهو كما يلي :

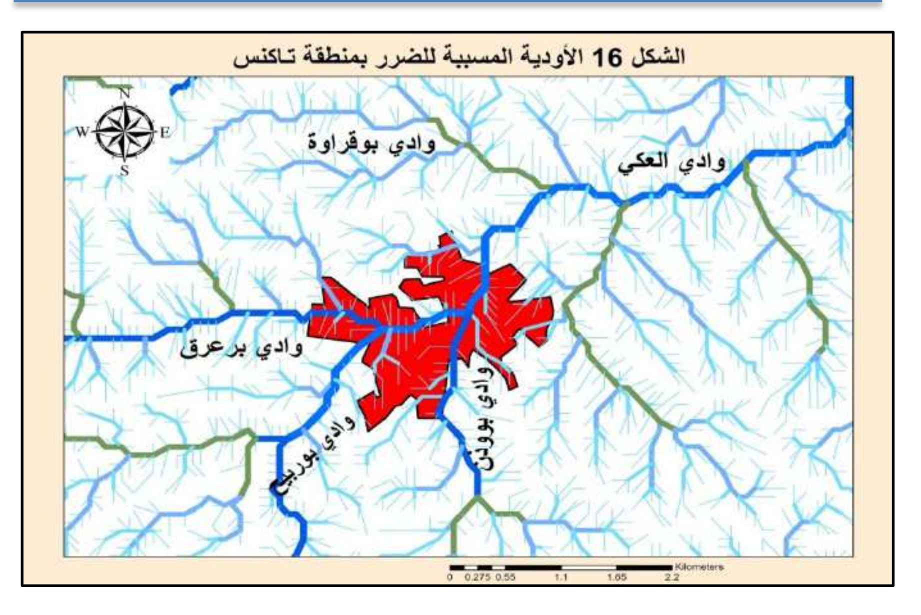
الجدول (4) اضرار السيول بالمساكن والمرافق العامة في منطقة البياضة.

الوادي المسبب للضرر	المرفق أو المنشأة المتضررة	نوع وحجم الضرر
وادي النوم والعناصل	62 منزل	غرق + ارساب طين
	مستشفى البياضة القروي	غرق + ارساب طين + تحطم السور الخارجي
	الطريق العام	غرق + ارساب طين
	11 مزرعة	غرق
وادي الشمارية	**المرفق أو المنشآت المتضررة**	**نوع وحجم الضرر**
	محطة الوقود	تحطم السور الخارجي + غرق للملحقات المحطة من آبار الوقود
	الطريق العام	تضرر الطريق العام
وادي البونتارية	**المرفق أو المنشآت المتضررة**	**نوع وحجم الضرر**
	37 منزل	غرق + ارساب طين
	مدرسة ثورة الحجارة	تحطم السور الخارجي
	مدرسة المزيني	تحطم السور الخارجي
وادي شعيب	**المرفق أو المنشآت المتضررة**	**نوع وحجم الضرر**
	مسجد مالك بن هشام	غرق + ارساب طين
	مركز شرطة البياضة	غرق وغمر وطيني
	صيدلية ليبيا	غرق + ارساب طين
	مسجد محمد بن صالح العثيمين	غرق + ارساب طين
	41 منزل	غرق + ارساب طين
	السوق العام	غرق + ارساب طين

المصدر: الدراسة الميدانية وبعض المقابلات الشخصية في منطقة البياضة، الأربعاء، 2023/11/29م.

2–منطقة تاكنس :

تقع منطقة تاكنس في الجزء الجنوبي الغربي من حوض وادي اللولب حيث تتقابل مجموعة من الأودية المندفعة من المناطق المرتفعة باتجاه المنطقة أخطرها وادي بوعرق وبوربيح، أما فلكياً فتقع تاكنس بين دائرتي عرض 22 28 32 و25 29 32 شمالاً ، وبين خطي طول 49 06 21 و09 08 21 شرقاً . الشكل (16) .



أ- أشد الأودية خراباً ودماراً :

- **وادي بوعرق**: تبدأ منابعه العليا من الجنوب الغربي جنوب قرية غويط صالح ليعرف مجراه باسم وادي غويط صالح (خط تقسيم المياه بين حوض اللولب وحوض القود)، لينحرف مجراه باتجاه الشمال ثم الشرق محاذياً للطريق المعبد الرابط ما بين قرية غويط صالح ومنطقة تاكنس، لتتفرع منه باتجاه الشمال عدة روافد صغيرة أهمها (وادي ربيطة) و(وادي البقَّار) (وادي الحقيفات) ليستمر بالاتجاه شرقاً باسم (وادي بوعرق) الذي يخترق الاحياء الغربية لمنطقة تاكنس (حي الحاج صالح) و(حي ارويحل) و (الشعبية البولندية)، ليواصل امتداده باتجاه الشمال الشرقي مخترقاً حي (شعبية المغاويض)، وقد سبب وادي بوعرق أضرار كبيرة نتيجة الجريان السطحي لمياهه عقب العاصفة المطرية دانيال حيث دمر عدد من المساكن والمنشآت العامة في الشعبية البولندية وشعبية المغاويض، واغرق عدد كبير من المساكن في حي الحاج صالح وحي ارويحل.

- **وادي بوربيح**: تبدأ منابع وادي بوربيح شمال عرقوب المريقب الواقع على خط تقسيم المياه بين (حوض اللولب) و(حوض سمالوس)، ويمتد مجراه من الجنوب الغربي باتجاه الشمال الشرقي ثم باتجاه الشمال مخترقاً الأحياء الجنوبية الغربية من منطقة تاكنس متجهاً إلى مركزها حيث يلتقي وادي بوربيح مع وادي بوعرق عند حي (الشعبية البولندية) ليشكلا مجرى واحد

يخترق حي المغاويض، ليواصل امتداده نحو الشمال الشرقي باتجاه (وادي كعب)، وقد تسببت مياه الجريان السطحي للوادي في إغراق العديد من المساكن الواقعة على طول مجراه في احياء (الدراجية، وبوهنية) حيث ارتفع منسوب المياه في مجرى الوادي، مما أدى إلى غمر جزء من الطريق العام في وسط منطقة تاكنس.

ب-عنصر المطر بمحطة تاكنس:

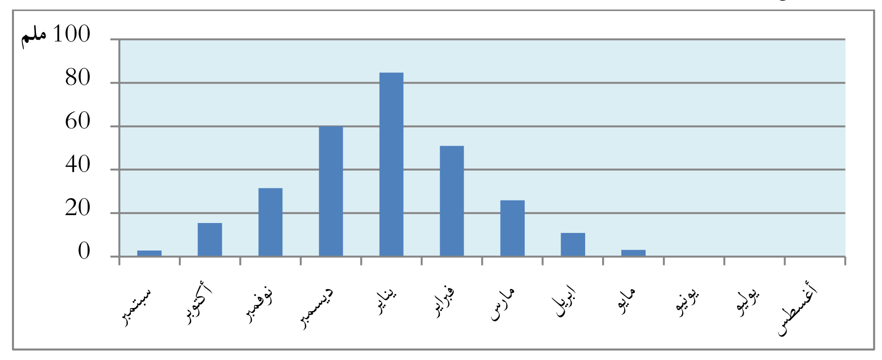
يبين الجدول (5) والشكل (17) عنصر المطر في منطقة تاكنس، وهو كما يلي :

الجدول (5) المتوسطات الشهرية لكمية الأمطار بمنطقة تاكنس للفترة (1929 . 1978).

الشهر	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	يناير	فبراير	مارس	ابريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	المعدل السنوي
الكمية/ ملم	2.8	15.4	31.5	59.9	84.8	51	25.9	10.8	3.1	0.1	0.1	0	284.3

المصدر: الهيأة العامة للمياه، فرع المنطقة الشرقية، (1992)، دراسة المصادر المائية لمنطقة البيضاء – البياضة، تقييم مصادر المياه السطحية، التقرير الرئيسي، هيدروجيو، ص30.

الشكل (17) المتوسطات الشهرية لكمية الأمطار بمنطقة تاكنس للفترة (1929 . 1978)



المصدر: الجدول (5).

ج – سكان منطقة تاكنس :

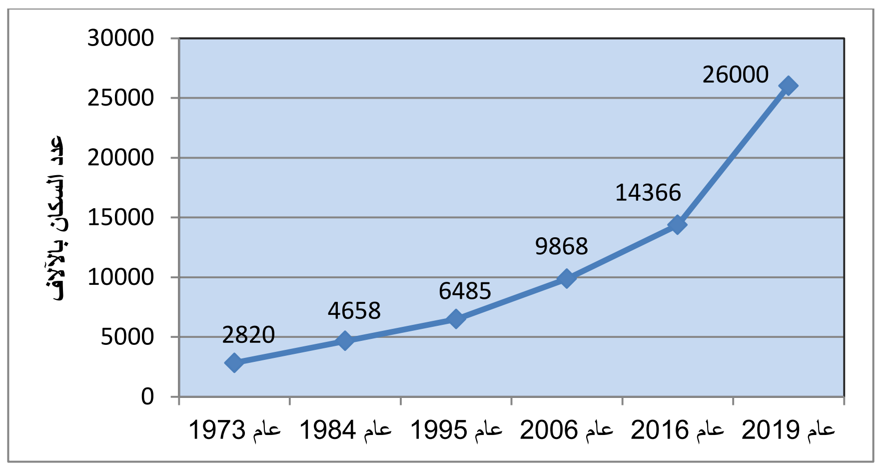
الجدول (6) التطور العددي لسكان منطقة البياضة.

السنة	عدد السكان
1973	2820
1984	4658
1995	6485
2006	9868
2019	*26000

المصدر: الجماهيرية العربية الليبية الشعبية الاشتراكية العظمى، الهيئة العامة للمعلومات والتوثيق، مصلحة الإحصاء والتعداد، النتائج الأولية للتعداد العام للسكان، للأعوام، 1973، 1984، 1995، 2006.

*مصلحة الأحوال المدنية: السجل المدني تاكنس، بيانات غير منشورة.

الشكل (18) تطور سكان تاكنس خلال الفترة (1973–2019)



المصدر: الجدول (6)

د – حجم الأضرار التي لحقت بمنطقة تاكنس والغريب ووادي العكي:

خلفت السيول المندفعة من مجاري الأودية بمنطقة تاكنس العديد من الأضرار المادية منها ما يلي:

جدول (7) عدد ونوع الحيوانات التي نفقت جراء السيول.

ت	النوع	العدد
1	الضأن والماعز	3500
2	الأبل	30
3	الأبقار	78
المجموع		3608

المصدر: مقابلة شخصية مع عطية محمد نوح، موظف في قطاع الزراعة تاكنس، بتاريخ 2023/11/28.

جدول (8) نوع المحصول والمساحة المتضررة بالهكتار.

ت	نوع المحصول	المساحة/ هكتار	المساحة/ هكتار
1	طماطم	1.5	هكتار ونصف
2	خيار	1	1 هكتار
3	فلفل حلو	0.5	نصف هكتار
4	قرعة (ابكيوة)	1	1 هكتار
5	بصل	3	3 هكتار
المجموع	–	7	7 هكتارات

المصدر: مقابلة شخصية مع عطية محمد نوح، سبق ذكره.

جدول (9) نوع الأشجار المثمرة وعدد المتضرر منها.

ت	نوع الشجر المثمر	عدد الأشجار التالفة
1	خوخ	2500
2	رمان	10
3	تفاح	150
المجموع	-	2660

المصدر: مقابلة شخصية مع عطية محمد نوح، سبق ذكره.

جدول (10) أضرار المزارع والسدود والمنازل.

ت		العدد
1	المزارع المروية	**6**
2	السدود الترابية والقابيونات	**50**
3	المنازل المتضررة في حي ارويحل وحي الحاج صالح	**191**

المصدر: مقابلة شخصية مع عطية محمد نوح، سبق ذكره.

نتائج الدراسة :

من خلال دراسة الأخطار وحجم الأضرار التي لحقت بمنطقتي البياضة وتاكنس من جراء فيضانات الأودية تتضح النتائج الآتية :

1 . تعد أودية النوم والعناصل وشعيب والبونتارية من أشد الأودية فتكاً بمنطقة البياضة، إذ تتعرض هذه المنطقة بسببها لفيضانات شبه سنوية ألحقت بها أضراراً جسيمة .

2 . تعد أودية بوعرق وبوربيح من أكثر الأودية التي تسببت في الفيضانات بمنطقة تاكنس، نجم عنها العديد من الأضرار .

3 . من خلال دراسة التكوينات الصخرية لحوض وادي اللولب وهي: (**تكوينات أبولونيا ودرنة والبيضاء والأبرق ورواسب الزمن الرابع**) تبين أنها تتدرج في درجة نفاذيتها ، إذ يعد تكوين درنة أعلى نفاذية، بينما يعد تكوين أبولونيا أقلها نفاذية، ووفقاً لذلك نشير إلى أن معامل الرشح يكون منخفضاً في تكوين أبولونيا ومرتفعاً في تكوين درنة، وعليه تقل الفيضانات في الاودية التي تضم تكوين درنة ، وتزداد في نظيرتها التي تضم تكوين أبولونيا، ومنه يتبين أن احتمال حدوث الفيضانات يكون متوقع في تلك الأودية التي تضم تكوين أبولونيا .

4 . من خلال فحص رواسب الزمن الرابع في المعمل ، ونقصد بها التربة الطينية الحمراء والتي

يوضحها الجدول (11) ومنه يتبين ما يلي: من أكثر الأودية انخفاضاً في معامل الرشح هي على التوالي أودية بوقراوة والعكي والبونتارية والشمارية، ثم أودية بوربيح وبوعرق، والنوم والعناصل، وهي أودية خطيرة تهدد المنطقة بالفيضانات.

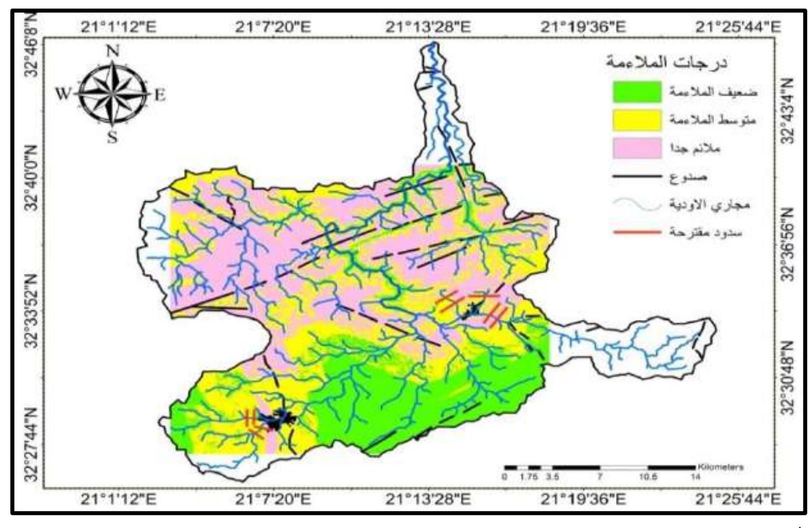
الجدول (11) بناء التربة ومعدل رشحها في بعض المواقع بمنطقة الدراسة.

الموقع	بناء التربة	الرشح سم/دقيقة
العكي (وادي العكي)	كتلي	0.05
الغريب	كتلي	1.00
غابة الكشاف (وادي بوقراوة)	كتلي	0.03
غوط خليل (وادي البونتارية والشمارية)	طبقي	0.06
تاكنس – الخروبة (وادي بوربيح ووادي بوعرق)	كتلي	0.12
مراوة – قصر ليبيا (وادي النوم ووادي العناصل)	كتلي	0.14

المصدر: الجماهيرية العربية الليبية الشعبية الاشتراكية العظمى، جامعة عمر المختار البيضاء، مشروع جنوب الجبل الأخضر الزراعي، دراسة وتقييم الغطاء النباتي الطبيعي بمنطقة الجبل الأخضر، التقرير النهائي، 2005، ص254، 310، 324، 328، 372.

5. تم استخراج نموذج الملاءمة المكانية لاختيار أفضل المواقع لإنشاء السدود باستخدام نظم المعلومات الجغرافية وفقاً لمعايير عالمية كما هو مبين في الشكل (19)، ومنه لوحظ أن هناك ثلاث فئات للملاءمة المكانية وهي تتدرج من الأقل ملاءمة إلى الملائم جداً، وقد وضعت مواضع السدود على الشكل.

الشكل (19) تحليل الملاءمة المكانية.



المصدر: من عمل الباحثين .

6 . عد الجريان السطحي المسبب الرئيس للفيضانات في الجبل الأخضر، خاصة في ظل توفر بعض العوامل التي تؤدي إلى زيادة سرعته مثل شدة تساقط الأمطار وطول فترة تساقطها بوصفها مصدراً رئيساً للجريان السطحي، وانخفاض معدل الرشح في بعض الأودية.

7 . يتحكم انحدار سطح الحوض ومجراه الرئيس في سرعة جريان المياه، كما أنه يعد من أهم العوامل التي تتحكم في زمن الجريان السطحي ومدى تركز تساقط الأمطار في مجرى الوادي، ويرتبط أيضاً بقوة الفيضان .

التقليل والحد من أخطار الفيضانات (الحلول والتوصيات):

1- الاهتمام بالسجل التاريخي للفيضانات في كل مكان ، فكلما طال السجل التاريخي للفيضانات في منطقة ما زادت دقة المنحنى الذي نرسمه ، وباستخدام منحنى تكرار الفيضان يمكن تقدير أوقات عودة الفيضان

2- يجب إنشاء منحنيات تكرار فردية لكل وادي لأن كل وادي له خصائصه المعينة عند الفيضان .

3- استخدام منحنى تكرار الفيضان كأساس عند تصميم جميع المنشآت بغية تحقيق أعلى قدر من الأمان .

4- عند تصميم الطرق والكباري والجسور والانفاق والسدود، يجب أن يضع المخططين في الحسبان تقدير الفيضانات الكبرى بوصفها هي الأكثر أثراً من الفيضانات الصغرى .

5- اختيار أنسب المواقع لإنشاء السدود في أحواض الأودية وفقاً لمعايير عالمية باستخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية ، وتطبيق خاصية الملاءمة المكانية .

6- تعميق مجاري بعض الأودية وجعلها مستقيمة .

7- إنشاء حوائط جانبية تبنى على طول جوانب الوادي بعد خروجه من حلق الجبل بارتفاع 25 متراً وبعرض 5 أمتار وباتساع يصل إلى ألف متر، وتؤدي هذه الحوائط إلى حماية محلية، والهدف منها هو حصر المياه في المجرى الرئيس والطبيعي للوادي، والمحافظة على المباني السكنية خلف هذه الحوائط .

8- عدم بناء المنازل، وعدم السكن داخل احواض الأودية أو على ضفاف المجاري المائية .

9- عدم رمي النفايات الصلبة داخل مجاري الأودية .

10- عدم البناء على المراوح الفيضية والسهول الفيضية تفادياً لعمليات انزلاق المباني واقتلاعها بفعل الفيضان بعد خضوعها لعمليات الترطيب .

11- إنشاء محطات مطرية لقياس كميات الأمطار في كل وادي على أن تكون موزعة في مناطق المنابع والوسط وعند المصب .

12- توفير مقاييس لقياس سرعة التيار في أثناء الجريان السطحي مثل مقياس (برايس) .

13- توفير أجهزة قياس حجم التصرف المائي بمجرى الوادي خلال الجريان السطحي .

المصادر والمراجع:

– الجماهيرية العربية الليبية الشعبية الاشتراكية العظمى، الهيئة العامة للمعلومات والتوثيق، مصلحة الإحصاء والتعداد، النتائج الأولية للتعداد العام للسكان، للأعوام، 1973، 1984، 1995، 2006.

– الجماهيرية العربية الليبية الشعبية الاشتراكية العظمى، جامعة عمر المختار البيضاء، (2005)، مشروع جنوب الجبل الأخضر الزراعي، دراسة وتقييم الغطاء النباتي الطبيعي بمنطقة الجبل الأخضر، التقرير النهائي، غير منشور.

– الهيأة العامة للمياه، فرع المنطقة الشرقية، (1992)، دراسة المصادر المائية لمنطقة البيضاء "البياضة"، تقييم مصادر المياه السطحية، التقرير الرئيسي، هيدروجيو.

– السلاوي، محمود سعيد، (1989)، هيدرولوجية المياه السطحية ،الدار الجماهيرية للنشر والتوزيع الإعلان ، الطبعة الأولى

– نموذج ارتفاع رقمي للجبل الأخضر مشتق من الخرائط الطبوغرافية للجيش الأمريكي 1964، بمقاس رسم 1: 50000 وفاصل رأسي 20 متر .

- Refer To The Map as 1;100.000 CYRENAICA Sheet 1 Mirad Masaud

- Refer To The Map as 1;100.000 CYRENAICA Sheet 7 Tecnis

- Rohlich p.(1974)"Geological Map of Libya, scale 1:250000 "sheet: Al Bayda,N134-15,ExPlanatory Booklet,(I.R,C.L.A.R. Tripoli)P 37-38 , 52-35

- Pietersz, CR. (1968)"proposed nomenclature for Rock Unist in northern cyreniaca" In Barr F.T.(ed), "Geology and Arheology of Northern Cyrenaic, Libya" 10th Ann. Field. Conf.petro. Explo. Soc. Libya, P125- 130.., New York State Univ. , PP. 187- 207 .

– المقابلات الشخصية:

1 . على عبدالحميد ارتيو، عضو هيأة تدريس متعاون بمعهد التقنيات الزراعية، العويلية، وأحد سكان منطقة البياضة. بتاريخ 2023/11/11.

2 ـ عطية محمد نوح، موظف في قطاع الزراعة تاكنس، وعضو لجنة حصر الأضرار، بتاريخ 2023/11/28م.





تحديد وتقييم المناطق المعرضة لخطر الفيضانات بحوض وادي المجينين بشمالي غربي ليبيا

د. عبد العاطي احمد محمد الحداد
أستاذ مساعد بكلية العلوم/ جامعة الزيتونة بترهونة
Ab.ahmed@azu.edu.ly

د. ريم علي محمود الزردومي
أستاذ مشارك بكلية الصحة العامة/ جامعة بنغازي
ream200512@gmail.com

الملخص:

تهدف هذه الدراسة إلى تحديد وتحليل وتقييم المناطق المعرضة لخطر الفيضانات في حوض وادي المجينين بشمالي غربي ليبيا، ركزت الدراسة على العوامل المؤثرة في حدوث الفيضانات مثل خصائص الأحواض المائية، التضاريس، التربة، وعوامل المناخ كالتساقط المطري. استخدمت نماذج وتحليلات لتحديد معدلات حدوث الفيضانات وتوقعاتها المستقبلية، حيث اشارت الدراسة إلى أن الفيضانات تهدد السكان، والبنية التحتية، والموارد الطبيعية في حوض وادي المجينين، خاصة مع زيادة تكرار الأمطار الغزيرة نتيجة التغيرات المناخية. استخدمت الدراسة التحليل الهرمي التكراري (AHP) لتقييم العوامل المؤثرة على خطر الفيضانات، حيث تم تحديد وتقييم المعايير مثل التضاريس، الهطول المطري، شبكة التصريف، الاستخدامات الأرضية، البنية التحتية، الكثافة العمرانية، والمسافة عن الأودية والطرق. تم إجراء المقارنة الزوجية بين هذه المتغيرات وحساب الأوزان النسبية لكل منها باستخدام Voracious-AHP. بناءً على الأوزان النسبية، تم تقييم وتصنيف مستوى الخطورة في مناطق الحوض إلى عالية، متوسطة، ومنخفضة. أظهرت النتائج أن مناطق محدودة جدًا تصنف كعالية الخطورة، بينما حوالي 10% من مساحة الحوض تقع تحت درجة خطورة عالية بسبب سطحها المنبسط، وقربها من المجاري الرئيسية، وكثافتها السكانية العالية، وشبكتها الطرقية الكثيفة. توصي الدراسة بإجراء تقييم شامل للمناطق المعرضة للخطر داخل حوض وادي المجينين، وتطوير استراتيجيات فعالة لإدارة مخاطر الفيضانات، بحيث تشمل تحسين البنية التحتية، وتعزيز نظم التحذير، وتطوير خطط الطوارئ.

الكلمات المفتاحية: الفيضانات، وادي المجينين، التحليل الهرمي التكراري .

Identification and assessment of flood risk areas in the Wadi El Geneina Basin in northwestern Libya

Abdulaati ahmed Mohamed
Assistant Professor, Faculty of Science
Zeitouna Tarhuna University
Ab.ahmed@azu.edu.ly

Reem Ali Mahmoud
Associate Professor Faculty of Public Health
Benghazi University
ream200512@gmail.com

Abstract

This study aims to identify, analyze, and evaluate areas at risk of flooding in the Wadi Al-Majinin basin in northwestern Libya. The study focused on factors influencing flood occurrence, such as watershed characteristics, topography, soil, and climatic factors like rainfall. Models and analyses were employed to determine flood occurrence rates and future projections. The study indicates that floods pose a threat to the population, infrastructure, and natural resources in the Wadi Al-Majinin basin, particularly with the increased frequency of heavy rainfall due to climate change. The study utilized the Analytic Hierarchy Process (AHP) to assess factors influencing flood risk. Criteria such as topography, rainfall, drainage network, land use, infrastructure, urban density, and proximity to wadies and roads were identified and evaluated. Pairwise comparisons were made between these variables, and their relative weights were calculated using Voracious-AHP. Based on the relative weights, the risk levels in the basin areas were assessed and classified as high, medium, or low. The results showed that very limited areas are classified as high risk, while approximately 10% of the basin area falls under high-risk due to its flat terrain, proximity to main channels, high population density, and dense road network. The study recommends conducting a comprehensive assessment of areas at risk within the Wadi Al-Majinin basin and developing effective strategies for flood risk management. These strategies should include infrastructure improvement, enhancement of warning systems, and development of emergency plans.

***Keywords*:** floods, Wadi Al-Majinin, Analytic hierarchy process.

1. المقدمة:

تم تصنيف الكوارث الطبيعية خلال العقود الأخيرة كواحدة من القضايا الرئيسية التي تؤثر على الدول النامية والمتقدمة على حد سواء، حسب تصنيف دراسة أجراها (H.-O. Pörtner, et al., 2022)، ووفقًا لدراسة أجراها (Aladejana et al., 2021; Mubeen et al., 2021)، أكدت أن الفيضانات واحدة من الكوارث الطبيعية الخطيرة والشائعة التي تتسبب في وفاة عدد كبير من الأشخاص، حيث يقدر عدد الوفيات بما لا يقل عن 85000 شخص، وتؤثر على حياة حوالي 1.4 مليار شخص حول العالم، وبصرف النظر عن الخسائر في الأرواح والأضرار المادية. ووفقًا لتقديرات المركز البحثي للتقييم والتوجيه في حالات الكوارث والإغاثة ووكالة التنمية الدولية الأمريكية (CRED and OFDA, 2015)، فإن الفيضانات تتسبب في خسائر اقتصادية هائلة تقدر بحوالي 400 مليار دولار أمريكي.

في هذا الإطار، أشارت التقارير المعدة من قبل اللجنة الدولية لتغير المناخ (IPCC) أن التغيرات المناخية التي حصلت حول العالم خلال العقود الأخيرة كان لها الدور الأبرز في زيادة تكرار وشدة أخطار الفيضانات حول العالم نتيجة لتغير أنماط الطقس ومستويات التساقط المطري، بسبب حدوث فعاليات مطرية أكثر كثافة واستمرارية ناتجه عن ارتفاع حرارة الغلاف الجوي واحتفاظه بمزيد من الرطوبة (ICCP, 2014)، نتج عن ذلك هطول أمطار غزيرة سببت في الفيضانات العارمة، وبذلك، يمكن لهذه العواصف المطرية العنيفة أن تشبع التربة بسرعة، وتغمر أنظمة التصريف، مما يؤدي إلى حدوث كوارث طبيعية (Cai et al., 2021). ولذلك، فإن دراسة وإدارة المناطق المعرضة للفيضانات تصبح أكثر أهمية حماية للأرواح والممتلكات وتحقيقا للتنمية المستدامة.

ويعتبر حوض وادي المجينين أحد المستجمعات المائية الكبيرة الواقعة بشمالي غربي ليبيا، يضم الحوض العديد من المناطق العمرانية والأراضي الزراعية، وتمتد به شبكة كبيرة جدا من الطرق الرئيسة والفرعية، وهو يعد من المناطق ذات الكثافة السكانية العالية. في هذا الإطار، وقياسا على ما حدث بالمناطق الشرقية من ليبيا خلال شهر سبتمبر 2023، ومن غير المستبعد، بسبب ما يحدث من تغيرات مناخية خاصة بحوض منطقة البحر المتوسط أن تتعرض مناطق حوض وادي المجينين في شمالي غربي ليبيا إلى مشكلة التعرض لخطر الفيضانات

التي تحدث خلال العواصف المطرية الشديدة نتيجة للتغيرات المناخية التي قد تعمل على زيادة تكرار الأمطار الغزيرة في فترات زمنية قصيرة، هذا التغير يزيد من احتمالية حدوث فيضانات نتيجة لتجاوز السعة التخزينية للمجاري المائية التي يحتويها. وبالتالي، فإن الفيضانات يمكن أن تشكل تهديدًا خطيرًا على البشر والبنية التحتية والموارد الطبيعية بالمناطق الواقعة ضمن هذا الحوض، لذا، يتطلب التعامل مع هذه المشكلة القيام بدراسة شاملة لتحديد المناطق المعرضة للخطر وتقييمها وتحديد استراتيجيات فعالة لإدارة المناطق المعرضة لمخاطر الفيضانات بها.

1.1 مشكلة الدراسة:

تعتبر الفيضانات من أكثر المخاطر البيئية تأثيرًا وقد نالت اهتمامًا كبيرًا في السنوات الأخيرة نظرًا لزيادة عددها وتأثيرها المتزايد على جميع جوانب الحياة. فهي ظاهرة طبيعية مرتبطة بعوامل متعددة مثل خصائص الأحواض المائية والتضاريس والتربة وعوامل المناخ مثل التساقط المطري. لذا، أصبح من الضروري فهم وتحليل وتحديد المتغيرات التي تؤثر على حدوث الفيضانات في مناطق انتشارها.

مع زيادة تأثيرات التغيرات المناخية في العقود الأخيرة، هناك احتمالية كبيرة أن تتعرض بعض المناطق الآهلة بالسكان والواقعة ضمن نطاق حوض وادي المجينين لزيادة في التقلبات المناخية وحدوث عواصف مطرية شديدة، مما قد يؤدي إلى تعرضها لخطر الفيضانات. لذلك، تصبح دراسة هذه المناطق ضرورية لأجل تحديدها وتقييمها ووضع الاستراتيجيات الملائمة التي يمكن عند تطبيقها تقليل الأخطار البيئية والاجتماعية والاقتصادية الناتجة عن احتمالية تعرض تلك المناطق لخطر الفيضانات. في هذا الإطار، يرى الباحثان أن إجراء هذه الدراسة يعد عملا متكاملا مع ما تقوم به المؤسسات المعنية بإدارة وتقييم مخاطر الفيضانات، بما في ذلك الجهات الحكومية والمنظمات غير الحكومية والمجتمع المحلي. وعليه، يمكن أن يؤدي هذا العمل العلمي إلى وضع توصيات تنفيذية مناسبة يمكن أن تسهم في تحقيق الاستدامة البيئية والاقتصادية والاجتماعية في المنطقة، وتعمل على حماية الأرواح البشرية وتعزيز الاستعداد لمواجهة التحديات المناخية المستقبلية.

1.2 أسئلة الدراسة:

1. ما هي العوامل المسببة للفيضانات في حوض وادي المجينين؟
2. ما هي المناطق التي تعرضت وتتعرض لخطر الفيضانات في حوض وادي المجينين؟

3. ما هي الاستراتيجيات الممكنة لتحسين إدارة الفيضانات والتخفيف من آثارها في المنطقة؟

1.3 الأهداف:

1. تحديد المناطق المعرضة لخطر الفيضانات في حوض وادي المجينين بشمالي غربي ليبيا.
2. تقييم مستوى التهديد والتأثيرات المحتملة للفيضانات على السكان والبنية التحتية والموارد الطبيعية في المنطقة.
3. تحديد استراتيجيات فعالة لإدارة الفيضانات والتخفيف من آثارها في حوض وادي المجينين.
4. توجيه التوصيات للجهات ذات العلاقة بشأن التدابير الوقائية والتحسينات اللازمة للتعامل مع خطر الفيضانات.

1.4 الأهمية:

1- تساعد الدراسة في توجيه عمليات التخطيط العمراني وتطوير البنية التحتية بشكل يحسن مستوى المقاومة للفيضانات ويحد من تأثيرها السلبي، وبالتالي، تساهم في تحقيق التنمية المستدامة وحماية البيئة وتحسين جودة الحياة للسكان.
2- تسهم الدراسة في توفير قاعدة علمية قوية لفهم ظاهرة الفيضانات وتحليل تأثيراتها وتوجيه التدابير الوقائية والاستجابة، وتعزز الوعي العام بأهمية الدراسة وتعزيز الشفافية والمشاركة المجتمعية في عمليات اتخاذ القرار المتعلقة بإدارة المخاطر من الفيضانات.

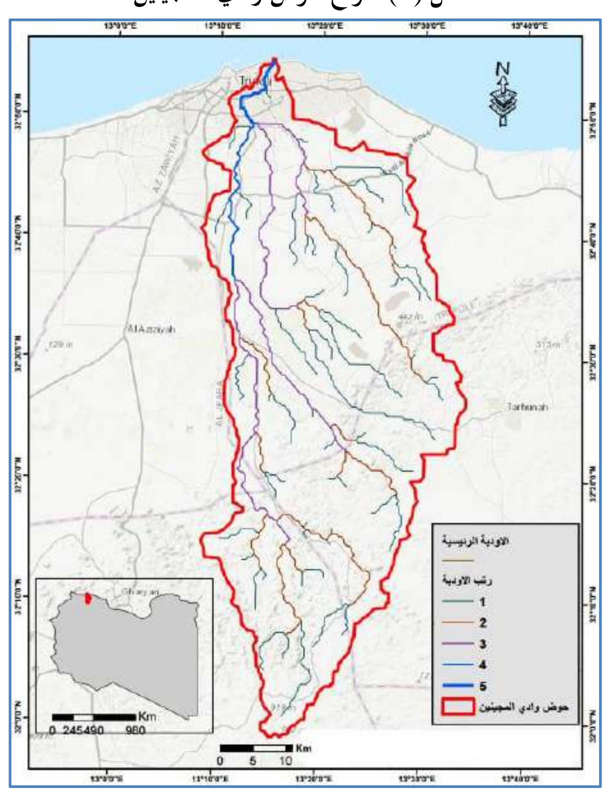
2. المنهجية:

يمكن تحديد المناهج العلمية لإجراء الدراسة في المنهج الوصفي الذي سيعتمد عليه في وصف المقومات الطبيعية والبشرية لمنطقة الدراسة، والمنهج التحليلي للبيانات التي سيتم جمعها من مصادرها الرئيسة والثانوية مثل البيانات الجغرافية والجيولوجية والمناخية والهيدرولوجية، والمنهج التحليلي الذي سيستخدم في معالجة وتحليل البيانات، بالإضافة إلى المنهج الكارتوجرافي الذي سيعتمد عليه في إنتاج الخرائط المختلفة.

3. موقع منطقة الدراسة:

حوض وادي المجينين أحد المتجمعات المائية الكبيرة الواقعة بشمالي غربي ليبيا، تنحدر معظم روافده المائية عند سفوح الجبل الغربي جنوب غرب ترهونة وشمال غريان شكل (1)، يحده غربا حوض وادي غان، وشرقا حوض وادي عبد السلام، يضم الحوض عددا من الأحواض الفرعية أهمها حوض وادي الحمام الذي يمثل الرافد الرئيسي الشرقي، وحوض وادي الواعر الذي يمثل الرافد الرئيسي الغربي، بالإضافة إلى حوض وادي الربيع الذي يشكل الرافد الرئيسي للحوض من الناحية الشمالية الشرقية (الكريكشي، 2008). تم إنشاء سد وادي المجينين عند تجمع الروافد الرئيسية لأودية الزعتر وبئر الواعر والحمام وقذاف الدم، وتحديدا بالقرب من قرية العواته التي تقع تحت سفح الجبل من الناحية الشمالية، وتبعد عن مدينة سوق الخميس مسيحل بنحو 15 كم (البشتي، الغرياني، 2016).


شكل (1) موقع حوض وادي المجينين.



المصدر: من عمل الباحثين اعتمادا على نموذج الارتفاعات الرقمية12.5 (DEM) م.
/#/https://search.asf.alaska.edu

يقع ضمن نطاق الحوض العديد من المناطق الحضرية الآهلة بالسكان وانشطتهم المختلفة، كما تمتد بالحوض شبكة ضخمة من الطرق الرئيسية والفرعية (شكل 2).

شكل (2) خريطة تبين المناطق الحضرية والطرق الرئيسية والفرعية بحوض وادي المجينين.

المصدر: من عمل الباحثين اعتمادا على خريطة الشارع المفتوحة (OSM).

4. الخصائص الجيولوجية والتضاريسية:

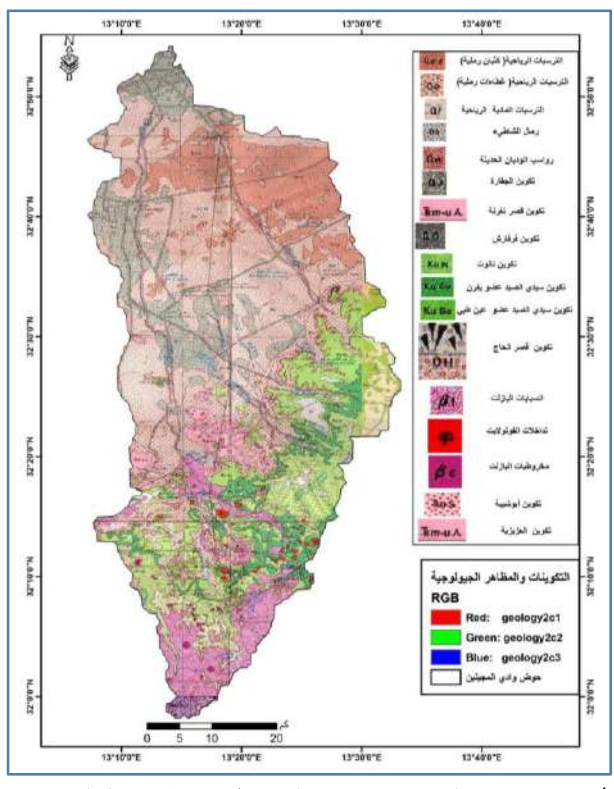
تظهر على سطح الحوض التكوينات الجيولوجية التي تتشكل من مجموعة التكوينات التي ترجع إلى عصور متعاقبة أقدمها ما يعود إلى العصر الثاني، والمنتشرة على النواحي الجنوبية للحوض ممثلة في تكوينات العصر الترياسي مثل تكوين العزيزية المتكون من أحجار دولوميتية رمادية اللون مع بعض التداخلات الرقيقة من المارل والطين وعدسات من الصوان. بالإضافة إلى ذلك، يغطي تكوين أبوشيبة الترياسي مناطق محدودة المساحة على النواحي الجنوبية الغربية للحوض، بينما تظهر على الحوض تكوينات العصر الطباشيري (الكريتاسي) في المناطق الجنوبية الجبلية، حيث يوجد تكوين سيدي الصيد الذي يتألف من طبقات من الحجر الجيري يعلوها طبقات من المارل والحجر الجيري المارلي، بالإضافة إلى وجود تكوين نالوت ذو الأحجار الجيرية الدولوميتية (أبو الشواشي، 2003)، ويظهر على اللوحة الجيولوجية للحوض في مساحة محدودة نسبيا عند النواحي الجنوبية تكشف تكوين قصر تغرنة المتكون من الأحجار الجيرية والمارل الذي يرجع إلى العصر الكريتاسي الأعلى. أما تكوينات الزمن الثالث أو ما يعرف بتكوينات الايوسين – البليوسين، نجدها متكشفة على سطوح الأجزاء الجنوبية من الحوض، وهي عبارة عن صخور بركانية متمثلة في انسيابات البازلت وقواطع وسدود الفونوليت، شكل (3)، في حين تغطي تكوينات الزمن الرابع (الهولوسين) بعض المناطق بالأجزاء الجنوبية بالحوض خاصة تحت سفوح الجبل الغربي، وهي عبارة عن تجمعات أو كتل من الجلاميد والحصى المتكونة من الحجر الجيري، أما معظم الأجزاء الوسطى، وكل الأجزاء الشمالية من الحوض تغطيها الرواسب الحديثة المتمثلة في أغلبها من الرواسب المائية الرياحية والرواسب الرياحية المكونة لعدد من الكثبان الرملية خاصة في المناطق الوسطى من الحوض، شكل (4) (Khuga, 1960).

شكل (3) صخور نارية تغطي مجرى وادي الحمام (Khuga, 1960)





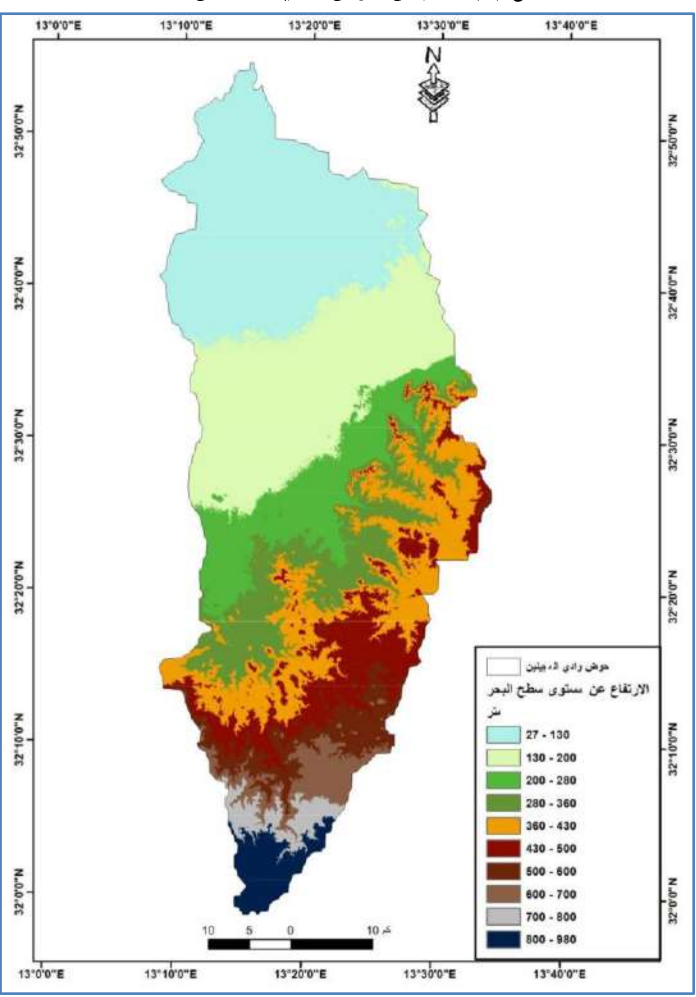
شكل (4) الخريطة الجيولوجية لحوض وادي المجينين.



المصدر: من عمل الباحثين اعتمادا على لوحتي الخمس وطرابلس الجيولوجيتين.

تضاريس الحوض تتصف بانحدار تدريجي من الجنوب والجنوب الشرقي إلى الشمال، شكل (5)، حيث يقع جزء كبير من مساحة الحوض ضمن تضاريس الجبل الغربي بالأجزاء التي تعرف بجبل غريان وجبل ترهونة، حيث تكون الحافة الشمالية للجبل ذو درجة انحدار عالية ومقطعة تقطيعا شديدا بواسطة أودية قصيرة وعميقة يقع معظمها في المناطق الممتدة ما بين غريان وترهونة، والمحصورة بين خطي كونتور 380 -980 متراً فوق مستوى سطح البحر. بينما معظم الأجزاء الشمالية للحوض يشغلها سهل جفارة الذي تتصف تضاريسه بانحدار هين وتدريجي ناحية الشمال (Alfandi, 2012). ويتشكل سطح معظم الأجزاء الجنوبية من حوض وادي المجينين من مرتفعات جبلية وهضاب بالإضافة إلى القباب المنتشرة في معظم الأجزاء الواقعة تحت حافة الجبل الشمالية، هذه المناطق الجبلية ذات انحدار شديد تتخللها العديد من المجاري والأودية المائية التي يتجمع العديد منها في وادي المجينين عند موقع السد (الكريكشي، 2008).

شكل (5) تضاريس حوض وادي المجينين.



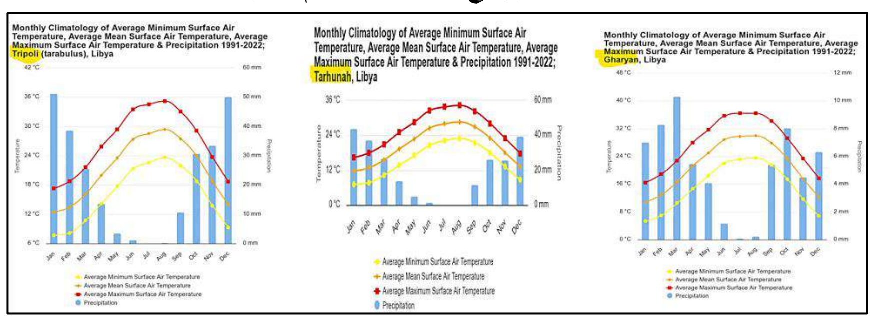
المصدر: من عمل الباحثين اعتمادا على نموذج الارتفاعات الرقمية12.5 (DEM) م.
/#/https://search.asf.alaska.edu

5. المناخ:

المناخ السائد في معظم مناطق الحوض هو المناخ شبه الجاف الذي يتصف بموسم جفاف طويل نسبيا يبدأ من شهر ابريل حتى سبتمبر، حيث تصل درجة الحرارة الى اعلى معدلاتها خلال أشهر الصيف (يونيو – يوليو – أغسطس)، وفي الغالب ما تسقط الامطار خلال فصلي الخريف والشتاء، شكل (6)، حيث تكون المنطقة تحت تأثير الانخفاضات الجوية الاعصارية المتجهة من الغرب إلى الشرق عبر البحر المتوسط، والتي تؤدي إلى

استقطاب المنخفضات الجوية ذات المطر الاعصاري (بقص، 2015). من الملاحظ أيضا، أن الامطار تتصف كمياتها بالتباين على البعدين الزمني والكمي، فتوزيع الهطول على مدار السنة يتصف بالتباين من موسم إلى آخر، كما أن الامطار غالبا ما تسقط على شكل وابل غزير أو زخات شديدة في زمن قصير، وتتراوح معدلات الامطار ما بين 268 ملم/ السنة بمحطة ترهونة الى 290 ملم/ بمحطة طرابلس، بينما تصل الى 370 ملم بمحطة غريان. وقد سجلت اعلى عاصفة مطرية هطلت خلال 24 ساعة خلال الفترة الزمنية 1982-2022 يوم 30-10-1986 حيث كانت شدتها 92 ملم/ اليوم بطرابلس، و79 ملم/ اليوم بغريان، بينما بلغت شدتها بترهونة في ذلك اليوم 81 ملم، هذه العاصفة سببت في خسائر مادية كبيرة في ترهونة وطرابلس نتيجة للفيضانات التي احدثتها. وقد سجلت حوادث تاريخية عديدة لفيضان وادي المجينين خلال الأعوام 1945، 1958، 1962، و1966، شكل (7)، سببت في حدوث خسائر بشرية ومادية بمدينة طرابلس (بقص، 2015).

شكل (6) البيانات المناخية لمدن طرابلس، غريان، وترهونة[درجات الحرارة الصغرى والعظمى مع متوسطها الشهري مع معدل الهطول ملم/ شهر]



المصدر: https://aquastat.fao.org/climate-information-tool/

شكل (7) صور لفيضان وادي المجينين سنة 1966 (Khuga, 1969)



6. مصادر البيانات:

تم استخدام البيانات المتحصل عليها والمبينة بالجدول (1) والتي شملت بيانات الهطول المطري خلال 24 ساعة سجلت بتاريخ 30-10-1986 لعدد 3 محطات ارصاد جوية (طرابلس 92 ملم، غريان 79 ملم، وترهونة 81 ملم)، واستخدمت صورة القمر الاصطناعي الأوروبي سينتينال2 بدقة 10م للحصول على بيانات الغطاء الأرضي واستخدامات الأراضي، بينما استخدمت صور نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) للحصول على البيانات التضاريسية لسطح منطقة الدراسة مثل بيانات الارتفاع عن مستوى سطح البحر وبيانات درجة الانحدار، في حين استخدم نفس المصدر للحصول على البيانات الهيدرولوجية الخاصة بالأودية ورتبها، بالإضافة إلى استخدام بيانات خريطة الشارع المفتوحة (OSM) للحصول على ملف الشكل (Shapfile) الخاص بالطرق بأصنافها المختلفة التي تقع ضمن نطاق الحوض.

جدول (1) البيانات المستخدمة في الدراسة ومصادرها.

اسم البيانات	نوع البيانات	مصدر البيانات
بيانات مناخية	معدل الهطول ملم/ اليوم	سجلات محطات الرصد الجوي
استخدامات الأراضي والغطاء الأرضي صور الأقمار الصناعية	صورة القمر الصناعي سينتينال2 https://dataspace.copernicus.eu/browser	
بيانات التضاريس	نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) https://search.asf.alaska.edu	
بيانات الاودية	نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) https://search.asf.alaska.edu	
بيانات الطرق	شفافة (Shapefile)	خريطة الشارع المفتوحة (OSM)

7. نمذجة المناطق المعرضة لخطر الفيضانات باستخدام برامج نظم المعلومات الجغرافية (GIS):

نمذجة الفيضانات هي عملية تستخدم لتحاكي تحليل سلوك المياه خلال حدوث الفيضانات في منطقة معينة، وهي تهدف إلى معرفة وتحديد وتقدير مستويات المياه وانتشارها في المناطق المعرضة لخطر الفيضانات، وتوفر تقديرات دقيقة لحجم الفيضانات وأثرها على البيئة والبنية التحتية، وهي عملية تحتاج إلى توفر مجموعة من المعاملات أو المتغيرات

بالإضافة إلى الخبرة والمعرفة. في هذا الإطار، سيتم الاعتماد على برامج نظم المعلومات الجغرافية (GIS) لإعداد النموذج الهيدرولوجي (Hydrological Models) الذي يعتمد على بيانات التصريف المائي ومعدلات التدفق خلال الاودية، ويهدف إلى تحقيق رؤية شاملة للمسارات المائية وتأثيرات الفيضان على المناطق المعرضة للخطر. حيث إن (GIS) لها دور مهم في نمذجة المناطق المعرضة لخطر الفيضانات، فيمكن استخدام GIS لتجميع وتحليل البيانات المكانية ذات الصلة بالفيضانات، وخلق نماذج ثنائية أو ثلاثية الأبعاد للمناطق المعنية، وتحديد المناطق المعرضة لخطرها، وتقدير حجم التأثيرات المحتملة بسببها (الجميلي، الزهيري، 2020؛ ابراهيمي، عميرش، 2021؛ مسعود، 2020)، ويتم ذلك **حسب الخطوات الأساسية الآتية:**

1. **تجميع البيانات:** تتضمن هذه الخطوة جمع البيانات المكانية ذات الصلة بالفيضانات مثل بيانات الهطول المطري، والتضاريس، ومجاري المياه، والبنى التحتية الأخرى. يمكن الحصول على هذه البيانات من مصادر متعددة مثل الجهات الحكومية والمؤسسات والدراسات السابقة (Hartmann & Driessen, 2017).

2. **إنشاء الشفافات الجغرافية:** يتم شفافات طبقات جغرافية رقمية لتمثيل البيانات المجمعة في برنامج (GIS). يمكن أن تشمل الشفافات الجغرافية المستخدمة طبقة للهطول المطري، وطبقة للتضاريس والانحدارات، وطبقة الاودية ومجاري المياه، وطبقة للبنى التحتية والمناطق السكنية وطبقة الطرق (Alimi et al., 2023).

3. **تحليل الفيضانات:** بعد إنشاء الشفافات الجغرافية، يمكن استخدام أدوات التحليل المتاحة في برنامج GIS لتحليل الفيضانات، حيث يمكن تحديد المناطق المنخفضة التي تعرضت للفيضانات في الماضي وتحديد مسارات التصريف المائي وتوزيع المياه المحتملة (Cai et al., 2021).

4. **نمذجة التأثيرات:** يمكن استخدام البيانات المكانية والنتائج المشتقة من تحليل الفيضانات لنمذجة التأثيرات المحتملة للفيضانات على المناطق المعرضة. يمكن إنشاء نماذج ثنائية أو ثلاثية الأبعاد للمناطق المعرضة للفيضانات لتقدير حجم المياه وارتفاع المياه ومدى التأثير على البنى التحتية والمجتمعات المحلية (Belmonte García, 2012; Glas et al., 2019).

5. **الحصول على تقارير وتوصيات:** بعد إجراء التحليل والنمذجة، يمكن انتاج تقارير وتوصيات مستندة إلى النتائج لإدارة الفيضانات بشكل أفضل، ويمكن استخدام هذه البيانات والتوصيات في تطوير خطط الطوارئ واتخاذ إجراءات للتخفيف من آثار الفيضانات المتخصصة (Al Saud, 2011; Alimi et al., 2023; Cai et al., 2021; Hagos et al., 2022).

8. الطريقة والأدوات المستخدمة:

تم استخدام برامج نظم المعلومات الجغرافية (GIS) في رسم وتقييم مخاطر الفيضان كونها توفر مجموعة أدوات فعالة للتحليل المكاني، وقد تم ذلك حسب الخطوات التالية:

أ- جمع البيانات:

جمعت مصادر البيانات المكانية ذات الصلة مثل نماذج الارتفاعات الرقمية (DEM)، وصور الأقمار الصناعية الخاصة باستخدامات الأراضي خاصة فيما يتعلق بالطرق والجسور والمباني العمرانية والأراضي الزراعية، بالإضافة إلى البيانات الهيدرولوجية المتعلقة بشبكة الاودية، والهطول المطري من مصادرها المختلفة المبينة في (جدول1) والموضحة بالشكل (8).

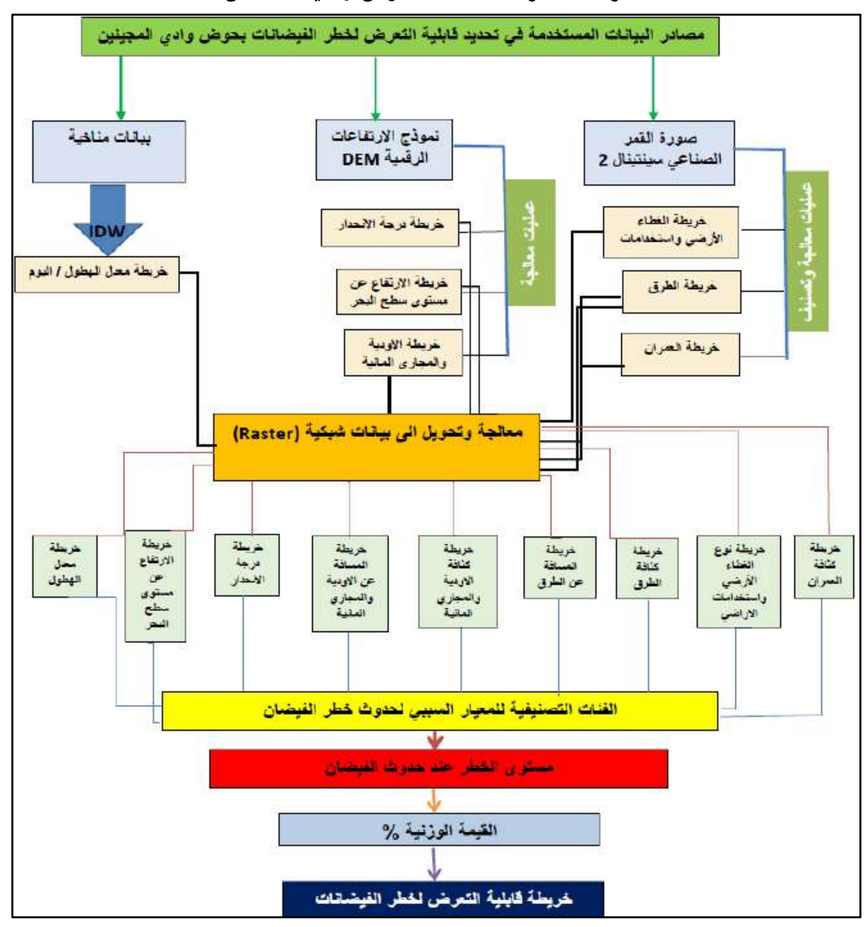
ب- إعداد البيانات:

داخل بيئة برامج نظم المعلومات الجغرافية أجريت عمليات المعالجة على البيانات المستخدمة وتم التأكد من مدى توافق البيانات وجودتها، بالإضافة إلى توحيد البيانات في نظام إحداثي مشترك كما هو موضح بالشكل (8).

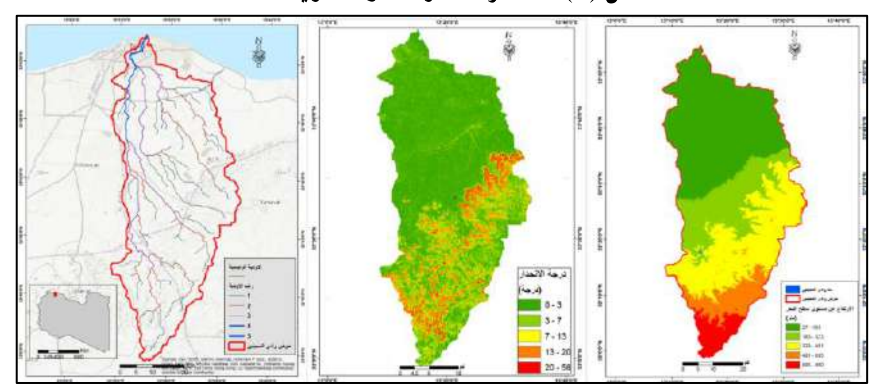
ج- تحليل التضاريس:

استخدمت بيانات نموذج الارتفاعات الرقمية لتحديد ورسم خصائص التضاريس التي تؤثر في الفيضانات، مثل تحديد الارتفاعات والميل او درجة الانحدار (slope)، مع استخلاص مجاري الاودية وتحديد إتجاه الجريان ورتبها. شكل (9)

شكل (8) المخطط العام لعملية معالجة وتحليل البيانات المستخدمة في تحديد وتقييم المناطق المعرضة لخطر الفيضانات بحوض وادي المجينين.



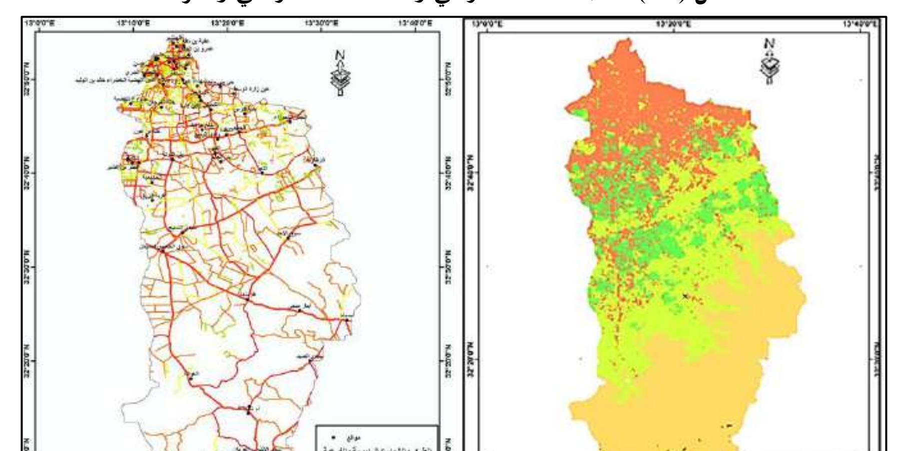
شكل (9) المظاهر التضاريسية والمجاري المائية.



د- تصنيف استخدام الأراضي:

تم التعامل مع بيانات صور الأقمار الصناعية لتصنيف استخدام الأراضي لاستخلاص المعلومات والخرائط الموضوعية المتعلقة بالغطاء الأرضي واستخدامات الأراضي لفهم كيفية مساهمتها في زيادة أو تخفيف مخاطر الفيضانات. شكل (10)

شكل (10) تصنيف الغطاء الأرضي واستخدامات الأراضي والطرق.



هـ-تحليل الهطول المطري:

من السجلات التاريخية للهطول المطري بمحطات الرصد الجوي يتم اختيار اعلى قيمة للهطول المطري حدثت خلال 24 ساعة، ومنها يتم حساب معدل الهطول الموزون بالحوض باستخدام مناسيب الهطول لكي يتم تحليلها ودمج هذه البيانات في التقييم. شكل (11)

و- تحويل البيانات الخطية إلى بيانات شبكية مع تصنيف مخاطر الفيضان:

لتحديد مستوى الخطر لكل متغير عند حدوث الفيضان للمناطق المعرضة للفيضانات بحوض وادي المجينين، تم إجراء عملية تحويل للبيانات الإتجاهية (Vector) إلى بيانات شبكية (Raster) لكي تجرى عليها إعادة تصنيف للعوامل او المتغيرات المؤثرة في تحديد درجة الخطورة حسب الفئات التصنيفية لدرجة الخطر المتعارف عليها (منخفض جدا،

منخفض، متوسط، عالي، وعالي جدا)، وهي عملية تتم لتقييم وتحديد مستوى الخطر المحتمل للمناطق المختلفة بالحوض تجاه الفيضانات اعتمادا على العوامل والمعايير المبينة بالجدول (2).

شكل (11) توزيع الهطول المطري لعاصفة مطرية ملم/ اليوم.

ز- المعايير المستخدمة:

استخدمت في الدراسة عدد 9 معايير مكانية مؤثرة على درجة الخطر للتعرض للفيضانات بحوض وادي المجينين، تم الاعتماد على خبرة الباحثين والدراسات السابقة في تقدير الأهمية النسبية للمعايير حسب الترتيب التالي: [(قليلة)، 3 (متوسطة)، 5 (كبيرة)، 7 (كبيرة جدا)، 9 (مطلقة)] كما موضح في الجدول (2).

جدول (2) الأهمية النسبية للمعايير المستخدمة.

المعيار	الأهمية				
	قليلة	متوسطة	كبيرة	جدا كبيرة	مطلقة
الانحدار درجة	■				
البحر سطح مستوى عن الارتفاع		■			
الأرضي استخدام الأرضي الغطاء		■			
الاودية كثافة			■		
العمران كثافة			■		
الطرق عن البعد		■			
الطرق كثافة				■	
الهطول معدل					■
الاودية عن المسافة				■	

يعد معيار معدل الهطول ذو الأهمية المطلقة في تقدير نسبة الأهمية، ثم يليه من حيث الأهمية البعد عن الاودية وكثافة الطرق، فمن المعلوم أن معظم الطرق لا توجد بها شبكة تصريف لمياه الامطار، ولذلك مع زيادة كثافتها تزداد شدة الفيضانات نتيجة تمركز وانحسار مياه السيول عبر الطرق الرئيسية والفرعية. في نفس السياق، كان لمعياري كثافة العمران وكثافة الاودية نفس الأهمية النسبية الكبيرة، كونهما مع زيادة كثافتهما تزداد شدة الفيضانات وحدتها، بينما تقل الأهمية لمعايير الغطاء الأرضي والارتفاع عن مستوى سطح البحر، وكذلك لمعيار درجة الانحدار.

ح- التكامل مع عملية التحليل الهرمي التكراري (AHP):

التحليل الهرمي التكراري (AHP) هو أسلوب تحليلي يستخدم لترتيب وتقييم البدائل المختلفة بناءً على معايير محددة، ويعتمد AHP على الترتيبات التسلسلية لتمثيل مشكلة ما ومن ثم بناء أولويات للبدائل بناءً على حكم وخبرة المستخدمين (Saaty, 1980). يمكن استخدامه في تحديد وتقييم المناطق المعرضة لخطر الفيضانات عن طريق تحديد العوامل المؤثرة وتقدير أهميتها وتفضيلاتها لاتخاذ قرارات فعالة وجيدة (Cai et al., 2021; Deepali, n.d.; Mishra & Sinha, 2020). في هذا الجانب، يتم تحديد المعايير المهمة التي تؤثر على خطر الفيضانات وتحديد وزنها النسبي وفقًا لأهميتها (شكل 13)، هذه المعايير يمكن أن تشمل المعايير التضاريسية، والهطول المطري، وشبكة التصريف والمجاري المائية، والاستخدامات الأرضية، والبنية التحتية، والكثافة العمرانية، والمسافة عن الاودية والطرق، حيث لكل زوج من المعايير يتم تقييم أهمية أحدهما مقارنة بالآخر باستخدام مصفوفة المقارنة الزوجية وفقا للأهمية النسبية لكل معيار مقابل المعيار المقابل له في المصفوفة

(Saaty, 1990)، ويتم تعبئة المصفوفة بقيم تعبر عن الأولوية التي توضح الأهمية المتغيرة بين المعايير.

شكل (12) مستوى درجة الخطر للمعايير المستخدمة في التقييم

1. درجة الارتفاع عن مستوى سطح البحر، 2. درجة الانحدار، 3. كثافة المجاري المائية، 4. المسافة عن الأودية، 5. المسافة عن الطرق، 6. معدل الهطول، 7. كثافة الطرق، 8. كثافة العمران، 9. الغطاء الأرضي واستعمالات الأراضي.

شكل (13) يوضح مصفوفة المعايير والقيم الوزنية المستخدمة في عملية الهرمي التكراري.

Voracious-AHP - github.com/Valdecy

Number of Criteria: 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 (selected: 9)

Deriving Weigths: Mean Normalization (selected) / Geometric Mean

Solve: 0.2081

WEIGHTS	Original	درجة الا...	الارتفاع ...	الغطاء ا...	كثافة الا...	مسافة ع...	كثافة الو...	البعد عن ...	كثافة ال...	معدل الم...
0.0444	درجة الا...	1	1/2	1/2	1/4	1/4	1/3	1/2	1/5	1/5
0.0921	الارتفاع ...	2	1	1	1	1/3	2	3	1/2	1/5
0.0576	الغطاء ا...	2	1	1	1/5	1/2	1	1/2	1/3	1/4
0.1164	كثافة الا...	4	1	5	1	1	3	4	1/5	1/4
0.1315	مسافة ع...	4	3	2	1	1	5	4	1	1/5
0.0635	كثافة الو...	3	1/2	1	1/3	1/5	1	2	1/2	1/5
0.068	البعد عن ...	2	1/3	2	1/4	1/4	1/2	1	1/3	1/3
0.1305	كثافة ال...	5	2	2	5	1	2	3	1	1/4
0.296	معدل الم...	5	5	4	4	5	5	3	4	1

Allowed Adjustment: 1

CR < 0.1: 0.0889

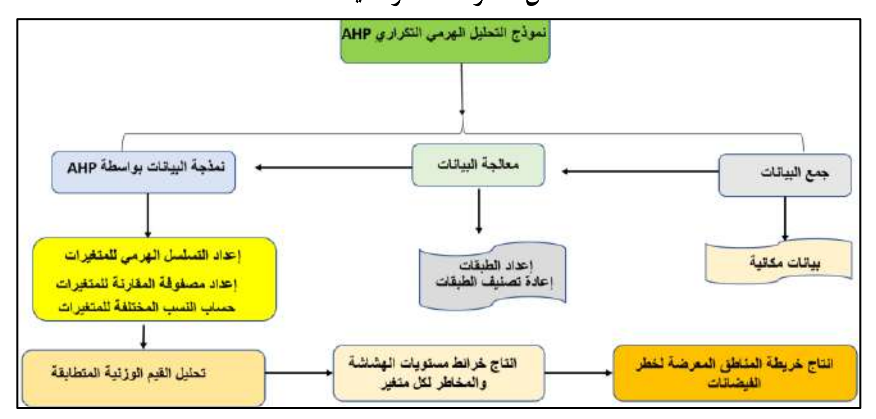
CR = 0.0

WEIGHTS	Adjusted	C-01	C-02	C-03	C-04	C-05	C-06	C-07	C-08	C-09
0.0307	C-01	1	1/2	1/2	1/4	1/4	1/3	1/2	1/5	1/5
0.0755	C-02	2	1	1	1	1/3	2	3	1/2	1/5
0.0514	C-03	2	1	1	1/5	1/2	1	1/2	1/3	1/4
0.1227	C-04	4	1	5	1	1	3	4	1/5	1/4
0.1414	C-05	4	3	2	1	1	5	4	1	1/5
0.0574	C-06	3	1/2	1	1/3	1/5	1	2	1/2	1/5
0.0525	C-07	2	1/3	2	1/4	1/4	1/2	1	1/3	1/3
0.1572	C-08	5	2	3	5	1	2	3	1	1/4
0.3113	C-09	5	5	4	4	3	5	3	4	1

استخدم برنامج (Voracious-AHP) لإتمام عملية التحليل الهرمي التكراري (شكل:13) حيث تم حساب الأوزان النسبية للمعايير باستخدام عملية المعالجة الرياضية الخاصة بعملية (AHP) عن طريق حساب المتوسط الحسابي لكل صف في المصفوفة وتقسيمه على مجموع الأعمدة المقابلة (Chukwu et al., 2021). بعد حساب الأوزان النسبية للمعايير، يمكن استخدام هذه الأوزان لتقييم المناطق المختلفة المعرضة للفيضانات لتحديد وتصنيف المناطق بناءً على الأوزان النسبية(Cai et al., 2021)، شكل (13)، و(جدول 3)، ومن ثم، يتم دمج نظام GIS مع عملية (AHP) للحصول على تقييم شامل لمخاطر الفيضانات.

استخدمت في هذه الدراسة عدد 9 متغيرات أو معايير لتحديد وتقييم مستوى الخطورة للتعرض للفيضانات بحوض وادي المجينين (جدول:2)، وادخلت إلى برنامج Voracious- AHP وتمت عملية المقارنة بين كل زوجين من المعايير للحصول على القيم الوزنية الخاصة بكل معيار (شكل13)، ولتحسين قيمة النتائج تم تقليل قيمة مؤشر عدم التناسق (CI) إلى أقل من 0.10 بتعديل قيم الأرقام التي تم إدخالها إلى مصفوفة المقارنة بين المعايير عن طريق ما يعرف بعملية Allowed Adjustment (شكل 14)، وهو مقياس احصائي يدل على ثبات الاحكام وعدم تناقضها بمصفوفة المعايير (Saaty, 1990).

شكل (14) خطوات إتمام عملية التحليل الهرمي التكراري للمتغيرات المستخدمة في تحديد وتقييم المناطق المعرضة لخطر الفيضانات.



جدول (3) المتغيرات (المعايير) والقيم الوزنية المستخدمة في عملية التحليل الهرمي.

المعيار السببي للفيضانات	الوحدة	مقياس الأهمية	الفئات التصنيفية للمعيار السببي	مستوى الخطر عند حدوث الفيضان (الرتبة والنسبة)	رتبة فئة معدل حدوث الفيضان	القيمة الوزنية لكل رتبة	القيمة الوزنية %
درجة الانحدار	درجة	1	0 - 3	عالي جدا	5	0.961	3.1%
			73	علي	4	0.775	
			13 7	متوسط	3	0.589	
			13- 21	منخفض	2	0.465	
			21 - 59	منخفض جدا	1	0.320	
لارتفاع عن مستوى سطح البحر	متر	3	27 -183	عالي جدا	5	2.356	7.6%
			183 - 323	علي	4	1.91	
			323 - 491	متوسط	3	1.54	
			491 - 695	منخفض	2	1.14	
			695 - 990	منخفض جدا	1	0.86	
الغطاء الأرضي استخدام الأراضي	نوع	3	عمران (مباني وطرق	عالي جدا	5	1.581	5.1%
			أراضي زراعية	علي	4	1.375	
			احراش	متوسط	3	0.969	
			تربة معراة	منخفض	2	0.765	
			صخور	منخفض جدا	1	0.510	
كثافة الاودية	م/ كم	5	0 - 24	منخفض جدا	1	1.230	12.3%
			24 - 74	منخفض	2	1.845	
			74 - 133	متوسط	3	2.337	
			133 - 206	علي	4	3.175	
			206 - 442	عالي جدا	5	3.813	
كثافة العمران	م/ كم	5	0 - 739	منخفض جدا	1	0.57	5.7%
			79 - 2,401	منخفض	2	0.86	
			2,401 - 5,419	متوسط	3	1.18	
			5,419 - 10,037	علي	4	1.425	
			10,037 - 15,703	عالي جدا	5	1.643	
البعد عن الطرق	متر	3	0 - 30	عالي جدا	5	1.643	5.3%
			30 - 50	علي	4	1.353	
			50 - 175	متوسط	3	1.007	
			175 - 300	منخفض	2	0.795	
			300 - 500	منخفض جدا	1	0.530	
كثافة الطرق	م / كم	7	0 - 176	منخفض جدا	1	9.641	15.7%
			176 - 487	منخفض	2	3.925	
			487 - 892	متوسط	3	2.983	
			892 - 1,536	علي	4	2.355	
			1,536 - 2,646	عالي جدا	5	1.570	
معدل الهطول	ملم / اليوم	9	65. - 70	منخفض جدا	1	3.175	31.1%
			70 - 73	منخفض	2	4.665	
			73 - 77	متوسط	3	5.909	
			77 - 83	علي	4	7.775	
			83 - 89	عالي جدا	5	4.385	
المسافة عن الاودية	متر	7	0 - 45	عالي جدا	5	4.371	14.1%
			45 - 107	علي	4	3.525	
			107 - 205	متوسط	3	2.679	
			205 -257	منخفض	2	2.115	
			257 - 480	منخفض جدا	1	1.410	
المجموع						100	100.0%

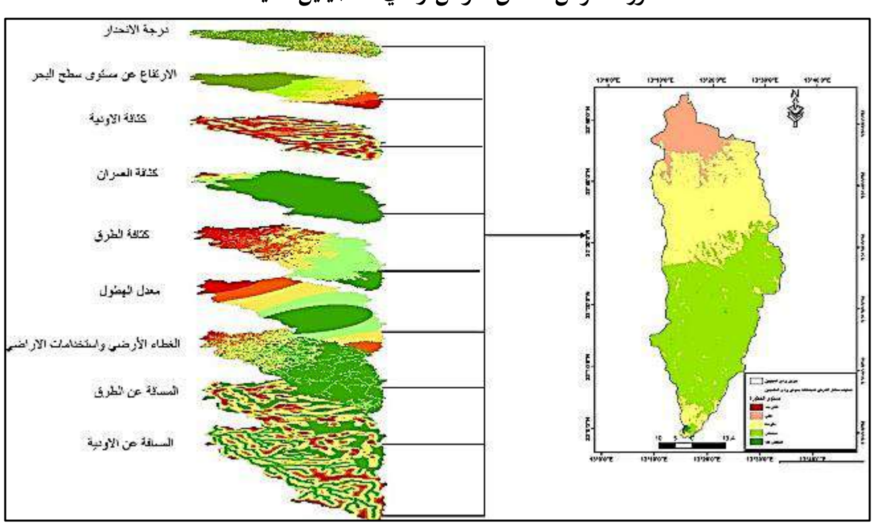




ط–اخراج الخريطة النهائية:

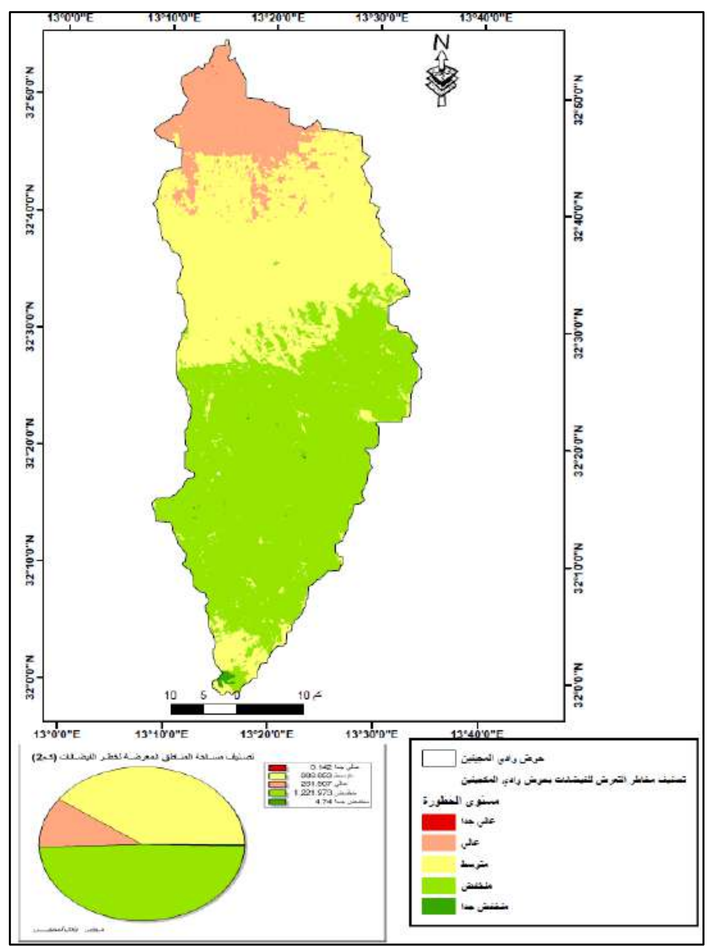
باستخدام نظم المعلومات الجغرافية وعبر توظيف أدوات التحليل المكاني التي تحتويها، تم إعادة تصنيف الخرائط الخاصة بالمعايير وفق الفئات التصنيفية للمعيار النسبي (جدول 2)، حيث أعطيت القيمة الوزنية لكل معيار معبرا عنها بنسبة مئوية، ومن ثم دمج طبقات المعايير عن طريق اجراء عملية Weighted Overlay داخل بيئة برامج (GIS) التي منها يمكن الحصول على خريطة تبين مخاطر الفيضان مصنفة حسب الفئات التصنيفية لدرجة الخطورة (شكل15).

شكل (15) يوضح عملية التطابق الوزني للمعايير المستخدمة في الحصول على خريطة مستويات الخطورة لتعرض مناطق حوض وادي المجينين للفيضانات.





شكل (16) خريطة مستوى خطورة التعرض للفيضانات بحوض وادي المجينين.



9. تفسير النتائج:

توضح الخريطة (16) والجدول (4) النتائج التي تم الحصول عليها لتحديد وتقييم مستويات التعرض لخطر الفيضانات لحوض وادي المجينين البالغة مساحته 2475.214 كم^2 النتائج التي تم الحصول عليها لتحديد وتقييم مستويات التعرض لخطر الفيضانات بالحوض باستخدام مجموعة من المعايير، فقد أوضحت النتائج أن المعايير المرتبطة بمظاهر السطح كدرجة الانحدار والارتفاع عن مستوى سطح البحر تلعب دورًا مهمًا في تحديد مستويات التعرض لخطر الفيضانات. حيث تكون المناطق ذات الانحدار الهين أكثر عرضة للفيضانات من المناطق ذات الانحدار الشديد، وتكون المناطق المنخفضة أكثر عرضة للفيضانات من

المناطق المرتفعة. من ناحية أخرى، تزيد كثافة الأودية من مخاطر الفيضانات، حيث تكون المياه أكثر عرضة للتجمع في هذه المناطق في حالة حدوث فيضان، في حين أن كثافة الطرق تزيد من مخاطر الفيضانات، حيث تكون المياه أكثر عرضة للجريان عبر الطرق في حالة حدوث عاصفة مطرية شديدة.

جدول (4) مساحة المناطق المعرضة لخطر الفيضانات حسب مستوى الخطورة.

رتبة درجة الخطر	مستوى الخطورة	المساحة (كم2)	النسبة %
5	عالي جدا	0.14150	0.01
3	متوسط	986.85309	39.87
4	عالي	261.50670	10.57
2	منخفض	1221.97309	49.37
1	منخفض جدا	4.74000	0.19

وفي نفس الوقت، يمكن أن يؤثر الغطاء الأرضي واستخدامات الأراضي على مستويات التعرض لخطر الفيضانات، حيث تكون المناطق التي تتميز بغطاء أرضي ذو كثافة عمرانية عالية أو استخدامات أرضية زراعية أكثر عرضة للفيضانات.

من جانب آخر، تشير النتائج إلى أن مستويات التعرض لخطر الفيضانات بحوض وادي المجينين تختلف من منطقة إلى أخرى، حيث تبلغ النسبة المئوية للمناطق ذات التعرض العالي جداً للخطر 0.01%، وتبلغ مساحتها 0.141500 كم^2، وتقع هذه المناطق في الجزء الشمالي الغربي من الحوض، حيث تتميز بوجود تضاريس منخفضة، مع قربها من المجرى الرئيسي للوادي كما انها تتميز بكثافة عمرانية عالية نسبيا، وكانت مساحة المباني العمرانية التي تقع ضمن هذا المستوى من الخطورة حوالي 55165 م^2.

أما المناطق ذات التعرض العالي للخطر فتبلغ مساحتها 261.50670 كم^2، وتبلغ نسبتها المئوية 10.57%، حيث تقع هذه المناطق في الجزء الأوسط من الحوض، الذي يتميز بوجود تضاريس منخفضة نسبيًا قريبة من الروافد الرئيسية لأودية الربيع والشرقي والمجينين التي تتجمع في المجرى الرئيسي لوادي المجينين بمنطقة مشروع الهضبة، مع تواجد شبكة كبيرة من الطرق الرئيسية والفرعية والشوارع المرصوفة وغير المرصوفة والازقة والممرات الترابية الضيقة بلغ مجموع اطوالها حوالي 1211 كم، وكذلك تتصف هذه الأجزاء من الحوض




بوجود كثافة عمرانية عالية نسبيا. بينما المناطق ذات التعرض المتوسط للخطر فتبلغ مساحتها 986.85309 كيلومتر مربع، وتبلغ نسبتها المئوية 39.87%. وتقع هذه المناطق في الجزء الجنوبي الشرقي من الحوض، حيث تتميز بوجود تضاريس منخفضة نسبيًا وتتواجد بها الأراضي الزراعية المروية وتمتد بها شبكة كبيرة من الطرق الرئيسية والفرعية.

أما المناطق ذات التعرض المنخفض للخطر فتبلغ مساحتها 1221.97309 كيلومتر مربع، وتبلغ نسبتها المئوية 49.37%. وتقع هذه المناطق في الجزء الجنوبي الغربي من الحوض، حيث تتميز بوجود تضاريس مرتفعة نسبيًا مع ابتعادها عن مجاري الاودية الرئيسية.

من الملاحظ أن هذه النتائج تتوافق مع النتائج التي تم الحصول عليها في الدراسات السابقة التي أجريت على مخاطر الفيضانات في مناطق أخرى(Brandt et al., 2021؛ الجميلي، الزهيري، 2020؛ ابراهيمي، عميرش، 2021؛ مسعود، 2020) حيث تشير هذه الدراسات إلى أن العوامل الجغرافية والمناخية والبشرية تلعب دورًا مهمًا في تحديد وتقييم مخاطر الفيضانات.

10. التوصيات:

بناءً على النتائج، يمكن تقديم التوصيات التالية لتقليل مخاطر الفيضانات بحوض وادي المجينين:

1- تجنب البناء في المناطق ذات التعرض العالي جداً أو العالي للخطر.
2- تحسين أنظمة الصرف الصحي للمناطق ذات التعرض العالي للخطر، وتحسين شبكات صرف مياه الامطار بالطرق لتسهيل تدفق المياه بكفاءة أثناء العواصف المطيرة الشديدة.
3- إنشاء سدود أو حواجز مائية للحماية من الفيضانات في المناطق ذات التعرض العالي للخطر.
4- التنظيف المستمر لمجرى الوادي الرئيسي خاصة بالمناطق الحضرية مع إزالة كل العوائق ومخلفات البناء مع توسيع مجرى الوادي.
5- التعاون بين أصحاب المصلحة المتعددين، بما في ذلك القطاعات الحكومية والمجتمعات المحلية والخبراء والمنظمات غير الحكومية، مع التنسيق وتعزيز الشراكات لضمان التنفيذ الفعال لاستراتيجيات إدارة مخاطر الفيضانات.

6- اتباع نهج شامل للتخطيط المكاني يراعي قابلية مختلف المناطق للتأثر بالفيضانات، وهذا يشمل أنظمة تقسيم المناطق، ووضع قيود مفروضة أو قوانين صارمة تنظم استخدام الأراضي، مع تحديد المناطق الشديدة الخطورة التي ينبغي فيها الحد من التنمية أو تجنبها.

7- من الضروري زيادة الوعي العام بمخاطر الفيضانات وأهمية تدابير التأهب والاستجابة، ويمكن تحقيق ذلك من خلال مبادرات المشاركة المجتمعية، والحملات التثقيفية، ونشر المعلومات عن مناطق مخاطر الفيضانات، وطرق الإجلاء، وإجراءات الطوارئ.

8- إجراء دراسات علمية أكثر تفصيلًا لتحديد العوامل التي تساهم في زيادة مخاطر الفيضانات بحوض وادي المجينين، مع الأخذ في الاعتبار تأثير تغير المناخ.

المصادر والمراجع:

- حسن الجميلي، لميس الزهيري .(2020) .تصميم نموذج محاكاة لنموذج الفيضانات وانعكاساتها البيئية على قضاء كركوك باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد .مجلة الميدان للدراسات الرياضية والاجتماعية والانسانية.(3)9 ,
- عبير الكريكشي .(2008) .المعاملات الهيدرولوجية الخاصة بتحديد كمية التغذي السنوية للمخزون الجوفي الناتج عن حجز مياه الأمطار والجريان السطحي أمام سد وادي المجينين . كلية الزراعة جامعة طرابلس.
- ماجد البشتي، مباركة الغرياني – .(2016) .مقارنة بين الطرق التقليدية ونظم المعلومات الجغرافية لتحديد الخصائص المورفومترية لحوض وادي المجينين .مجلة المختار للعلوم (1)31.
- نادية أبوالشواشي .(2003) .التحليل الجيومورفومتري لحوض وادي المجينين دراسة في أشكال سطح الأرض .كلية الآداب جامعة الزاوية.
- نجم الدين بقص .(2015) .مناخ شمالي غربي ليبيا .دراسة في الجغرافيا المناخية .جامعة عين شمس –كلية الآداب.
- هاجر ابراهيمي، عميرش حمزة .(2021) .دراسة حساسية مدينة المسيلة لخطر الفيضانات، باستعمال نظم المعلومات الجغرافية .مجلة العلوم الانسانية211–233 , (2)32.
- وحيد مسعود .(2020) . دراسة خطر فيضان وادي مزي على مدينة الأغواط ط نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد كأداة لدعم التخطيط الحضري والحماية من الكوارث الطبيعية .مجلة العمارة وبيئة الطفل4–14 , (2)5 .
- Aladejana, O., Salami, A. T., & Adetoro, O. O. (2021). Potential flood hazard zone mapping based on geomorphologic considerations and fuzzy analytical hierarchy model in a data scarce West African basin. Geocarto International, 36(19), 2160–2185. https://doi.org/10.1080/10106049.2019.1687595
- Alexander, M., Priest, S., & Mees, H. (2016). A framework for evaluating flood risk governance. Environmental Science and Policy, 64, 38–47. https://doi.org/10.1016/j.envsci.2016.06.004
- Alimi, S. A., Oriola, E. O., Senbore, S. S., Alepa, V. C., Ologbonyo, F. J., Idris, F. S., Ibrahim, H. O., Olawale, L. O., Akinlabi, O. J., & Ogungbade, O. (2023). GIS-assisted Flood-risk Potential Mapping of

Ilorin and its Environs, Kwara State, Nigeria. Remote Sensing in Earth Systems Sciences. https://doi.org/10.1007/s41976-023-00093-w
- Brandt, S. A., Lim, N. J., Colding, J., & Barthel, S. (2021). Mapping flood risk uncertainty zones in support of urban resilience planning. Urban Planning, 6(3), 258–271. https://doi.org/10.17645/up.v6i3.4073
- Cai, S., Fan, J., & Yang, W. (2021). Flooding risk assessment and analysis based on gis and the tfn-ahp method: A case study of chongqing, china. Atmosphere, 12(5). https://doi.org/10.3390/atmos12050623
- Camarasa-Belmonte, A. M., & Soriano-García, J. (2012). Flood risk assessment and mapping in peri-urban Mediterranean environments using hydrogeomorphology. Application to ephemeral streams in the Valencia region (eastern Spain). Landscape and Urban Planning, 104(2), 189–200. https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2011.10.009
- Chukwu, M., Huang, X., & Oloruntimilehin, I. (2021). FLOOD RISK EVALUATION USING AHP-BASED MODEL AND GIS TECHNIQUE : A CASE STUDY IN ETHIOPE, NIGERIA. https://ssrn.com/abstract=4121274
- CRED and OFDA. (2015, December 30). EM-DAT International Disaster Database. CRED and OFDA.
- Glas, H., Rocabado, I., Huysentruyt, S., Maroy, E., Cortez, D. S., Coorevits, K., De Maeyer, P., & Deruyter, G. (2019). Flood risk mapping worldwide: A flexible methodology and toolbox. Water (Switzerland), 11(11). https://doi.org/10.3390/w11112371
- Hartmann, T., & Driessen, P. (2017). The flood risk management plan: towards spatial water governance. Journal of Flood Risk Management, 10(2), 145–154. https://doi.org/10.1111/jfr3.12077
- [H.-O. Pörtner, D. C. R. E. S. P. K. M. M. T. A. A. M. C. S. L. S. L. V. M. A. O. (eds.). (2022, December 31). Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. . . Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA.
- Mubeen, A., Ruangpan, L., Vojinovic, Z., Sanchez Torrez, A., & Plavšić, J. (2021). Planning and Suitability Assessment of Large-scale Nature-based Solutions for Flood-risk Reduction. Water Resources Management, 35(10), 3063–3081. https://doi.org/10.1007/s11269-021-02848-w
- Saaty, T. L. (1980). The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority setting. Resource Allocation, 19.
- Saaty, T. L. (1990). Decision Making for Leaders: The Analytic Hierarchy Process for Decisions in a Complex World.

الخصائص المورفومترية والهيدرولوجية لحوض وادي اللولب بإقليم الجبل الأخضر بليبيا

بحث مستل من أطروحة دكتوراه بعنوان: أثر عنصر المطر على الموارد المائية في حوض وادي اللولب بمنطقة الجبل الأخضر وإمكانية استثمارها واستدامتها، دراسة في المناخ التطبيقي.

أ. عادل رمضان علي سعد

استاذ مساعد/ كلية العلوم البيئية المرج/ جامعة بنغازي

Adel.ramadan@uob.edu.ly

الملخص:

تهدف هذه الدراسة إلى حساب وتحليل الخصائص المورفومترية والهيدرولوجية لحوض وادي اللولب باستخدام مجموعة من برمجيات التحليل الكارتوغرافي مدعوما بمعادلات التحليل الرياضي في حزمة برامج نظم المعلومات الجغرافية(GIS) Geographical Information System ، ومجموعة من مصادر كارتوغرافية مثل المرئية الفضائية و الخريطة الطبوغرافية لتحديد حدود حوض واستخلاص شبكة المجاري المائية به وتصنيف رتبها ،كما تم استخراج الخصائص المورفومترية المساحية مثل مساحة الحوض، وطوله، ومحيطه، والخصائص التضاريسية مثل ارتفاع الحوض ، إضافة إلى خصائص الشبكة المائية كطول وعدد المجاري المائية ، كما تم استخدام المعادلات الرياضية الخاصة بهذا الشأن في حساب قيم العديد من المتغيرات المورفومترية الأخرى كالخصائص التضاريسية مثل تضرس الحوض، نسبة التضرس، وغيرها، والخصائص الشكلية، مثل نسبة الاستدارة، وغيرها، وخصائص الشبكة المائية مثل نسبة التشعب، والتكرار النهري، وكثافة التصريف.

توصلت الدراسة إلى مجموعة من النتائج كان أهمها أن الرتبة الخامسة بحوض وادي اللولب هي أخطر الرتب في سيولها والذي يبلغ متوسط نسبة التشعب فيها 0.75 وهذا راجع إلى ارتفاع عدد المجاري في الرتب العليا وجميع هذه الرتب تعد خطرة في مناطق المصبات.

الكلمات المفتاحية: حوض وادي اللولب، جيولوجيا، جيومورفولوجية، هيدرولوجية، مورفومترية، جريان سطحي.

Morphometric and hydrological characteristics of the spiral Valley Basin In the AL- Jabal Al-Akhdar region

Research drawn from a doctoral thesis entitled “The impact of rain on water resources in Wadi Al-Lulab Basin in the Jabal Al-Akhdar region and the possibility of investing and sustaining them.” Study in applied climate

ADEL .R. SAAD
Academic degree: Assistant Professor
Faculty of Environmental Sciences, Al-Marj – University of Benghazi
Adel.ramadan@uob.edu.ly

Abstract

This study aims to calculate and analyze the morphometric and hydrological characteristics of Wadi Al-Lulab Basin using a set of cartographic analysis software supported by mathematical analysis equations in the Geographical Information System (GIS) software package, and a set of cartographic sources such as satellite visuals and the topographic map to determine the boundaries of the basin and extract a network. Its waterways and their classification, the cadastral morphometric characteristics were also extracted, such as the area of the basin, its length, and its circumference, and the topographic characteristics such as the height of the basin, in addition to the characteristics of the water network, such as the length and number of waterways. Special mathematical equations were also used in this regard to calculate the values of many other morphometric variables, such as topographic characteristics such as the coarseness. The basin, the ratio of indentation, etc., and the formal characteristics, such as the ratio of circularity, etc., and the characteristics of the water network, such as the bifurcation ratio, river frequency, and drainage density.

The study reached a set of results, the most important of which is that the fifth level in Wadi Al-Lulab Basin is the most dangerous level in its torrents, with an average bifurcation ratio of 0.75. This is due to the high number of sewage in the upper levels, and all of these levels are considered dangerous in estuary areas.

Keywords: Wadi Al-Lulab Basin, geology, geomorphology, hydrology, morphometry, surface runoff

مقدمة:

إن دراسة الخصائص المورفومترية والهيدرولوجية للأحواض المائية أهمية تتعلق بدلائل بيئية عديدة أذ ترتبط تلك الخصائص ارتباطا مباشراً بالعوامل الطبيعية أهمها المصادر المائية لتلك الأحواض، أن شبكة التصريف السطحي من الظواهر الطبوغرافية التي تتركز فيها مياه الجريان السطحي، والتي تنقل المياه السطحية الجارية من منابعها إلى مصباتها، ودراسة هذه الخصائص لأحواض الوديان ذات أهمية في تحليل الضغوط والمؤثرات على موارد المياه، وفي فهم العمليات الجيومرفولوجية بشكل عام خاصة وأن شبكات التصريف السطحي تعكس ظروف ما يؤثر في تشكيلها من عوامل المناخ والتضاريس والتربة والتركيب الصخري والغطاء النباتي. ويعد قياس وتحليل شبكة التصريف السطحي للمياه من المهمات الأساسية في الدراسات المورفومترية، والهيدرولوجية، وهو في غاية الأهمية للعديد من التطبيقات الجيومرفولوجية والهيدرولوجية إن منطقة الدراسة تقع مناخياً ضمن النطاقات المناخ الجاف وشبة الجاف، في إقليم الجبل الأخضر لذلك فأن الامطار تكون فصلية تارة وفجائية تارة الأخرى وتتميز بتذبذب من فصل لأخر الامر الذي يجعل من الدراسات المورفومترية والهيدرولوجية لتك الاحواض ذات فائدة للاستفادة من مياها ودرء أخطارها، ويعد وادي اللولب من أهم أودية إقليم الجبل الأخضر الذي يستحوذ على عدد من الأودية الداخلية ذات التصريف المائي الكبير والذي تنبع روافده العليا من مرتفعات المصطبة الأولى والثانية، يتجه الوادي نحو مصبه الذي يخترق منحدرات الحافة الأولى، نحو البحر، ويقوم الوادي أثناء جريانه بتغذية الطبقات الحاملة للمياه على طول امتداد مجراه، بمياه الامطار ولهذا فإن حوض لم يدرس دراسة هيدرولوجية وافيه ومكتملة كحوض مستقل تجمع كل روافده المائية من خلال دراسة الخصائص المورفومترية والهيدرولوجية .

1- مشكلة الدراسة:

تمتاز منطقة حوض وادي اللولب بتنوع الاشكال الطبوغرافية والجيومرفولوجية الامر الذي انعكس على شبكة التصريف المائي من خلال التنوع في الخصائص المورفومترية والهيدرولوجية، تلك الخصائص المستترة لا يمكن الكشف عليها إلا من خلال التحليل المورفومتري والهيدرولوجي إذا أن منطقة الدراسة لم تحظى باي دراسة تحليلية للكشف عن تلاك الخصائص ومن خلالها يمكن تقديم مؤشرات مفيدة يمكن أن تساعد في السيطرة على

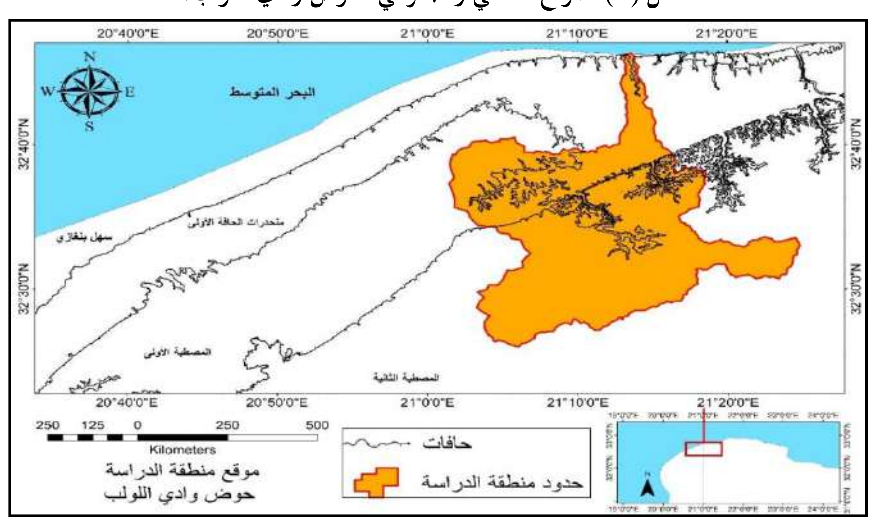
الفيضانات حلا وقوعها في تلك المناطق، ومن هنا تحاول هذه الدراسة الإجابة على التساؤل التالي: ماهي الخصائص المورفومترية والهيدرولوجية وما تأثيرها على كمية الجريان السطحي في حوض وادي اللولب؟

فرضية الدراسة: إن للخصائص المورفومترية لحوض وادي اللولب أثر على كمية وسرعة الجريان السطحي.

2- حدود منطقة الدراسة:

تقع منطقة الدراسة فلكياً بين خطي طول ("1447، '24 °21 -"0343، '45 °20) شرقاً، وبين دائرتي عرض ("288، '22 °32 -"618، '46 °33) شمالاً في الجزء الشمالي الشرقي من ليبيا بإقليم الجبل الأخضر، وهي تشمل خط تقسيم المياه الذي ينحصر بين سهل المرج غرباً، ومنطقة البياضة شرقاً، ومنحدرات الحافة الأولى شمالاً، أما جنوباً تمتد روافده العليا حتى منطقة تاكنس في المصطبة الثانية.

شكل (1) الموقع الفلكي والجغرافي لحوض وادي اللولب.



المصدر: الباحث اعتمادا على برنامج Arc Map GIS.10.8.2

3- أهمية الدراسة:

ترجع أهمية الدراسة لكون منطقة الحوض تمثل إحدى المناطق الطبوغرافية الهامة بالجبل الأخضر، لما تتمتع به من خصائص طبيعية حيث أنها تستقبل كميات من الامطار

تصل في المتوسط إلى 300ملم سنوياً، وتأتي أهمية البحث في الجانب الجيومورفولوجي والهيدرولوجي. بارتباطها بمظاهر الحياة المختلفة، حيث تؤثر هذه الخصائص على كمية الجريان السطحي.

4- أهداف الدراسة:

تهدف هذه الدراسة إلى تحقيق ما يلي:

4-1. استخراج الخصائص المورفومترية لحوض وادي اللولب وقياس أبعادها ومتغيراتها وتكوين قاعدة بيانات جغرافية رقمية لهذا الحوض.

4-2. تصميم الخرائط المورفومترية للحوض وتحليلها للتعرف على أهم الخصائص المساحية والشكلية والتضاريسية كونها تعد الأسس الأولية للدراسات الجيومرفولوجية.

4-3. دراسة العلاقة بين المتغيرات المورفومترية المختلفة لحوض التصريف ومدى أهميتها في عملية تطور شكل الحوض.

4-4. تقدير حجم الجريان السطحي لحوض وادي اللولب بالاعتماد على مخرجات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد.

5- مناهج الدراسة-

ستعتمد الدراسة على المناهج الآتية:

5-1. المنهج الوصفي: وهو أحد أهم المناهج التي تعتمد عليه الجغرافيا في وصف الظاهرة، وسوف يتم الاعتماد علية في وصف الظواهر الطبيعية بحوض الوادي وروافده، وكل ما يتعلق بنواتج التساقط المطري من جريان سطحي وغيرة.

5-2. المنهج المقارن: من خلال جمع بيانات ومعطيات مناخية وهيدرولوجية لفترات زمنية مختلفة، وعقد مقارنات بينها لمعرفة الفترات التي تزداد فيها معدلات التساقط المطري، وتأثير ذلك على الموارد المائية في حوض الوادي.

5-3. المنهج التجريبي: من خلال هذا المنهج تم استخدام المعدلات التجريبية للوصول إلى العوامل التي تتحكم في الجريان السطحي لمياه الامطار من خلال معادلة بيركلي التي تعتمد على متغيرين هما الامطار والخصائص المورفومترية ومعادلة معادلة جاو جاتون Jaton كمعادلات تجربيه لتقدير الخصائص الهيدرولوجية.

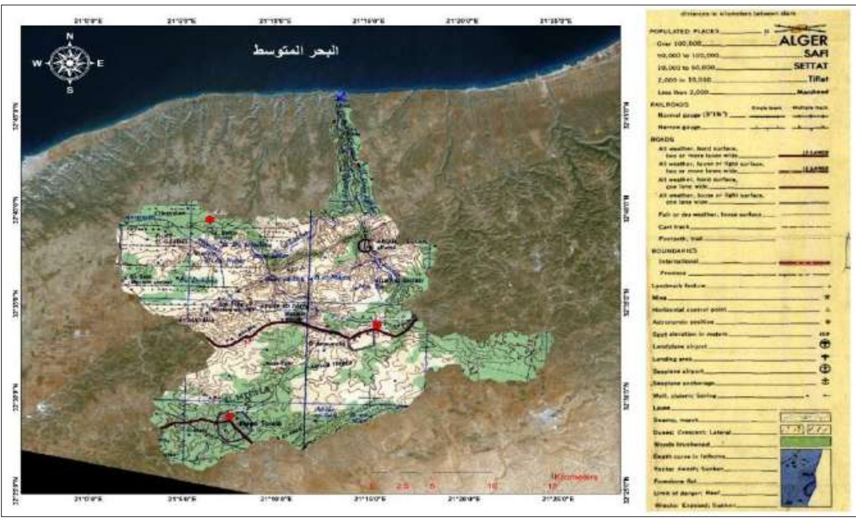
6- مصادر البيانات:

6-1. المصادر المكتبية: من خلال المصادر والمراجع العربية والأجنبية التي تناولت هذا الموضوع دولياً وإقليميا ومحلياً من كتب وتقارير وغيرها، والدوريات من خلال ما كتب عن الموضوع، والرسائل العلمية بالاطلاع على رسائل الماجستير والدكتوراه التي تطرقت لهذا الموضوع من مختلف الجامعات، والمعلومات والبيانات التي تصدر عن المراكز والوكالات البحثية على المستوى العالمي، والإقليمي، والمحلي، كذلك المصادر والبيانات المناخية الصادرة من المركز الوطني للأرصاد الجوية، وبعض محطات الرصد الجوي القريبة من منطقة الدراسة، ومراكز الرصد العالمية.

6-2. الخرائط: تم الاعتماد على الخرائط الكنتورية بمختلف المقاييس، والمناخية، والجيولوجية والخرائط الهيدرولوجية، وخرائط تساوي خطوط المطر، كذلك الخريطة الطبوغرافية ذات المقياس 1: 100.000، من إنتاج مصلحة المساحة، والتي سيتم الاستفادة منها في تحديد حوض وادي اللولب والأودية المجاورة له تحديداً واضحا ودقيقاً، وتحديد شبكة التصريف والأحواض المائية له وتحديد خطوط تقسيم المياه بينه وبين الأحواض المجاورة له، كذلك الخريطة الجيولوجية لتوضيح تكوينات منطقة الدراسة خريطة ليبيا الجيولوجية بمقياس 1: 250000، لوحتي بنغازي، البيضاء، الطبعة الأولى، 1974 من إنتاج مركز البحوث الصناعية.

6-3. المرئيات الفضائية: تم الاعتماد على المرئيات الفضائية لمجاري أودية الجبل الأخضر من إنتاج هيأة المسح الجيولوجي الأمريكي usgs من خلال بيانات الاستشعار عن بعد ونماذج الارتفاع الرقمي dem، من مجموعة لاندسات ، والتي تم الاعتماد عليها في إعداد خريطة أحواض و شبكة التصريف لأحواض الأودية قيد الدراسة، ومن خلالها تم مرحلة قياس المساحة وتقدير الأبعاد، عن طريق قياس مساحة الحوض ومطابقة هذه القياسات بالخرائط الطبوغرافية للتأكد من نتائج القياس، وتوحيد الإسقاطات حيث تعتبر هذه المرحلة من المراحل المهمة والدقيقة والتي تعتمد عليها التحليلات المورفومترية والهيدرولوجية.

الشكل (2) اللوحة الطبوغرافية والمرئية الفضائية لحوض وادي اللولب.



Army Map Service (AMVLB) Corps OF Engineers ,U.S Army Washington , D.C, Compiled in 1955 , From Cyrenaica 1:100.000 , Location Diagram For in 34-15, Sheet , BEDA LITTORIA.

الجدول (1) مصادر البيانات الكارتوغرافية.

مصادر المعلومات	مقياس الرسم – الدقة المكانية	الجهة المنتجة
الخريطة الطبوغرافية	لوحة البيضاء	Army Map Service (AMVLB) Corps OF Engineers ,U.S Army Washington , D.C, Compiled in 1955 , From Cyrenaica 1:100.000 , Location Diagram For in 34-15, Sheet , BEDA LITTORIA
بيانات نماذج الارتفاع Digital Elevation Model (DEM)	درجة وضوح مكاني (قدره تمييزية) 30 متر	NASA Global Data Explorer USGS National Aeronautics and Space Administration
مرئيات القمر الأمريكي 8	2021	Usgs geological survey Landsat 8
برنامجArc GIS Spatial Analyst + Arc Toolboxes	GIS10.8	Copyright © 1995-2021 Esri. All rights reserved. Published in the United States of America.
GPS 60-GPS MAP65	USA	GARNIN MULTI –BAND / MULTI- GNSS PROVES IMPROVED GLOBAL POSITIONING SYSTEM

المصدر: تجميع الباحث.

7. أساليب الدراسة:

استخدام الباحث عدد من الأساليب في تحليل البيانات وهي كالاتي:

7-1. استخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بُعد:

تعتبر هذه الوسيلة أحدي أهم الوسائل التقنية الحديثة التي يمكن الاستعانة بها في تحليل والتوزيع المكاني، من خلال بناء قاعدة البيانات الجغرافية ومرحلة المعالجة الجغرافية للبيانات ومخرجات نظم المعلومات الجغرافية، كما تم الاستعانة بوسائل الاستشعار عن بعد في الحصول على بعض بيانات الدراسة.

7-2. تحليل خصائص شبكة التصريف:

اعتمدت طريقة ستريلر في حساب الرتب والتي تنص على أن المسيلات المائية، والجداول الصغيرة التي لا تصب فيها مسيلات، أو وديان أخرى تنتمي إلى المرتبة الأولى. وعند التقاء مجرى مائي من المرتبة الأولى مع مجرى أخر من المرتبة نفسها يشكلان مجرى مائي من المرتبة الثانية. وعند التقاء وديان المرتبة الثانية يشكلان مجرى مائي من المرتبة الثالثة، وهكذا حتى تصل إلى المصب الرئيس للنهر. (ستريلر، 1964، صفحة 203)

7-3.الأساليب الهيدرولوجية التي تدرس خصائص شبكة التصريف:

اعتمد الدراسة على بعض النماذج والمعادلات الهيدرولوجية –كنموذج بيركلي Barkley لتقدير العلاقة بين المطر والجريان السطحي ستعتمد الدراسة على استخدام نموذج رياضي لتقدير الجريان السنوي المتوقع لحوض وادي اللولب الذي لا توجد له أي قراءة تصريفية، لذا سيتم الاعتماد على معادلة بيركلي التي تعتمد على متغيرين هما المناخ والخصائص المورفومترية .

8- المناقشة:

8-1.جيولوجية منطقة الدراسة:

يتكون الجبل الأخضر من صخور ينتمي اغلبها إلى حقب الثالث خصوصا عصر الميوسين، ومعظم صخور مرتفع الجبل الأخضر من الحجر الجيري الذي يرجع أصله إلى العصر الميوسيني، والأيوسيني، وتعد التدرجات التي تتميز بها الحافة الشمالية للجبل الأخضر من أهم المظاهر التي ترتبط ارتباطاً وثيقاً بالتطور الجيولوجي ،وعلى الرغم من كثرة ما نشر عن منطقة الجبل الأخضر من أبحاث جيولوجية فإن تحديد العامل الأول الذي كان سبباً في



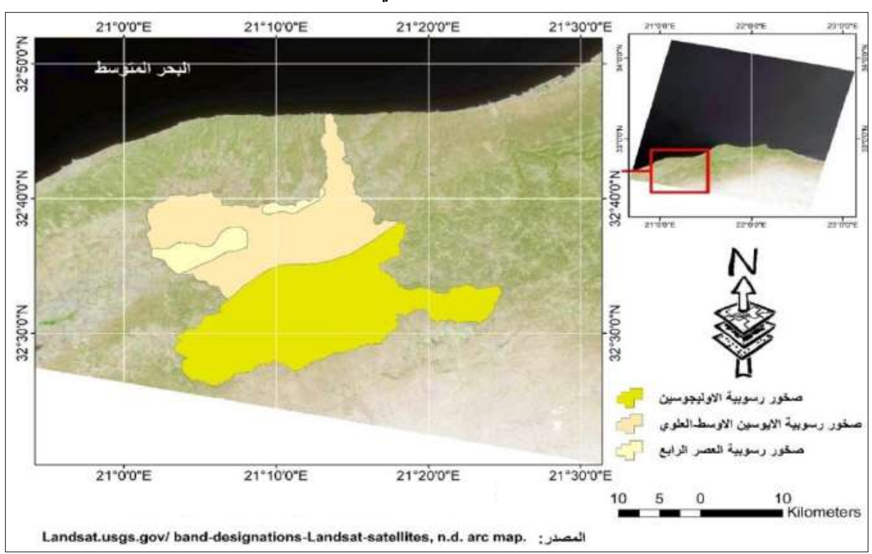

تكوين التدرجات التي تمتاز بها الحافة الشمالية للجبل الأخضر مازال موضع جدل ومناقشة. (Rohlich, 1974, p. 13)

من خلال الجدول رقم (2) والشكل (3) يمكن استنتاج ما يلي:

– جاء تكوينات عصر الاوليجوسين وهي صخور متماسكة من حيث التكوين. ما يقرب من نصف المساحة الحوض بنسبة بلغت 55.60 % من اجمالي منطقة الدراسة بمساحة قدرت 439.3 كم^2، وتشكلت في الأجزاء الجنوبية من الحوض، ويرجع ذلك لوجود صخور رسوبية الاوليجوسينية وهي صخور متماسكة من حيث التكوين.

– تأتي تكوينات صخور رسوبية الايوسين الأوسط العلوي في الدرجة الثانية من حيث التوزيع المكاني بمساحة قدرت 301.5 كم^2، بنسبة 38.16 % وهي تعتبر مواضع جيدة من حيث إقامة السدود التعويقية للحد من سرعة الجريان السطحي لمياه الامطار، في حين انخفاض النوع الثالث من التكوينات الجيولوجية حيث بلغت 49.3كم 2 بنسبة 6.24% وهي تمثل صخور رسوبية العصر الرابع تمثلت الرواسب النهرية والمراوح الفيضية ورواسب المنحدرات وهي غير مناسبة لإقامة السدود التعويقية ويعزى ذلك لضعف تكوينها الجيولوجي وتعرضها للانجراف بفعل مياه الامطار .

شكل (3) التكوينات الجيولوجية في حوض وادي اللولب.



جدول (2) التكوينات الجيولوجية في منطقة الدراسة.

التكوينات الجيولوجية	المساحة / ك م²	النسبة المئوية %
صخور رسوبية الاوليجوسين	439.3	55.60
صخور رسوبية الايوسين الأوسط العلوي	301.5	38.16
صخور رسوبية العصر الرابع	49.3	6.24
المجموع	**790**	**100**

المصدر: بالاعتماد على الشكل (3) باستخدام برنامج ARC GIS 10.8.3 .

8- 2: خصائص الارتفاع:

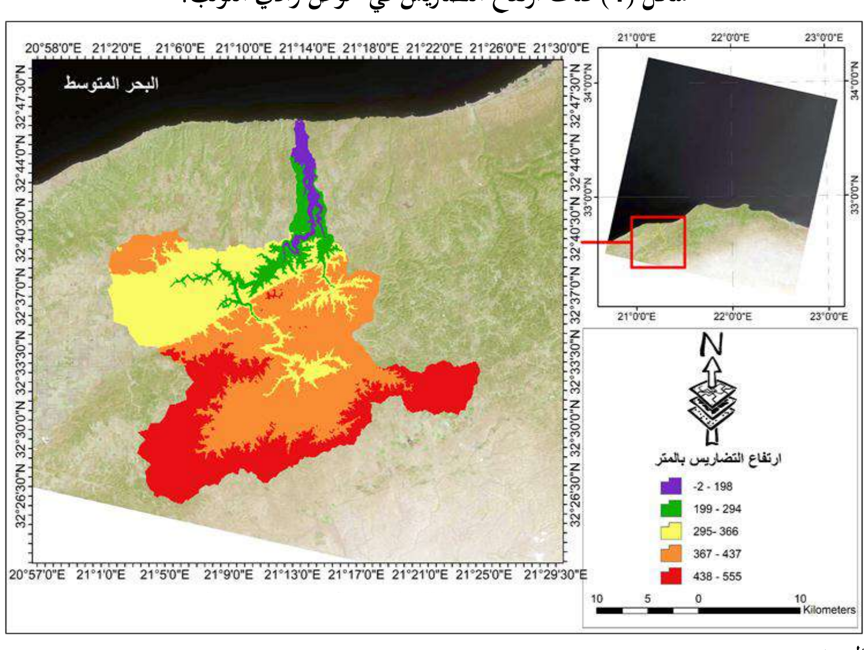
يتباين منسوب التضاريس في منطقة الدراسة حيث توجد بها مرتفعات تنحصر بينها الأَودية الجافة مكونة أَنظمة معقَّدة من أَنماط الصرف المائي، وتأخذ روافد الحوض في الانحدار تدريجيا بصورة عامة عند خط تقسيم المياه جنوب منطقة تاكنس وجنوب شرق البياضة لتصل إلى ارتفاع يتراوح ما بين 425-550 متر فوق مستوى سطح البحر، وبمساحة مقدارها 158كم² وبنسبه مقدارها 28.23% من مجمل مساحة الحوض الكلية، وتكون اكثر ارتفاعا في الحوض وتنتشر في الأجزاء الجنوبية ضمن منابعه الاولى، إذ تنتشر روافد الاودية الجافة التي تمثل المراتب الاولى من الشبكة النهرية، وتتميز بالصخور المكشوفة والعارية والحافات الحادة، وتسبب في انجراف التربة ونحتها بفعل قوة سقوط الامطار أو سيول الوديان في المنطقة الأمر الذي يعمل على تكوين جروف ذات انحدار متباين وفقا لطبيعة عملية الحت المائي. بينما يتراوح معدل الارتفاع في وسط الحوض على منحدرات المدرج الثاني من 350-425 متر فوق مستوى سطح البحر، وبمساحة مقدارها 218.7كم² وبنسبه مقدارها 38.99% و من 250-350 متر وبمساحة مقدارها 133كم² وبنسبه مقدارها 23.72% من مجمل مساحة الحوض الكلية، وتنحدر الروافد من المدرج الثاني اتجاه الشمال إلى المدرج الأولى نحو منطقة بطة، وتتجمع روافد الحوض في رافد واحد عند مصبه في البحر على ارتفاع يتراوح بين 250- 125 متر وبمساحة مقدارها 36.35كم² وبنسبه مقدارها 6.48%، ومن 125-25 متر وبمساحة مقدارها 14.42كم² فوق مستوى سطح البحر، وعليه أمكن تقسيم الحوض الى خمس فئات كما هو موضح بالجدول(3) والشكل (4).

جدول (3) مساحة فئات الارتفاع في المنطقة الدراسة.

الفئة	معدل التضاريس	المساحة / ك م2	النسبة المئوية %
الفئة الاولى	125-25	14.42	2.57
الفئة الثانية	250-125	36.35	6.48
الفئة الثالثة	350-250	133.0	23.72
الفئة الاربعة	425-350	218.7	38.99
الفئة الخامسة	550-425	158.0	28.23
المجموع		560.47	100

المصدر: بالاعتماد على المرئيات الفضائية للقمر الأمريكي LANDSAT8 لسنة 2021م. والدراسة الميدانية، GARMIN MAP GPS-60 والدراسة الميدانية، GARMIN MAP GPS -65.

شكل (4) فئات ارتفاع التضاريس في حوض وادي اللولب.



المصدر:

National Aeronautics and Space Administration NASA Global Data Explorer USGS.

8-3: الامطار في منطقة الدراسة:

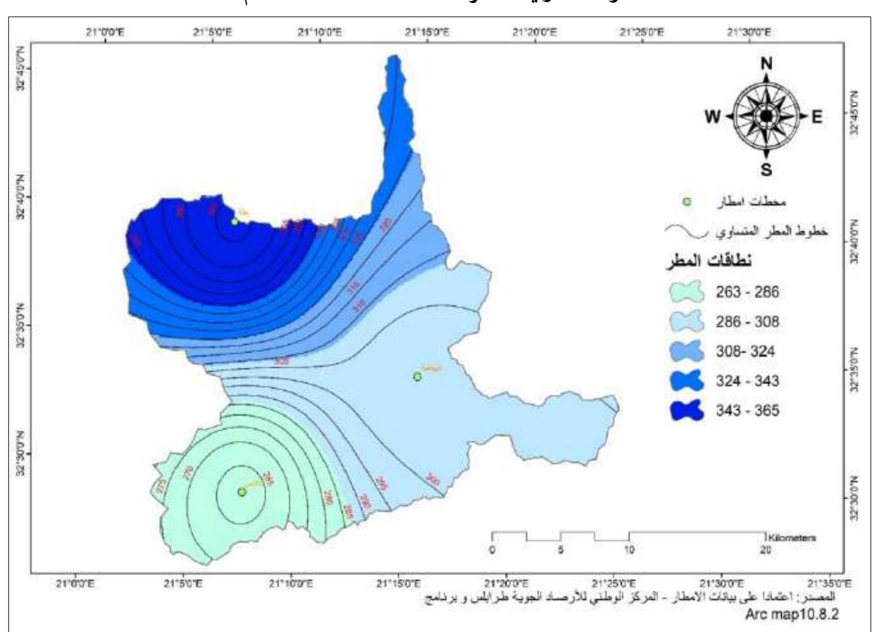
يضح من الجدول (4) والاشكال (5) بأن شهور فصل الشتاء من أكثر الشهور مطرا بمنطقة الدراسة، حيث يمثل 63.8 % محطة بطة، 63.4 % في محطة البياضة، و64.4

% في محطة تاكنس، ويمثل فصل الشتاء 63.8 % من كمية الامطار المتساقطة في فصل الشتاء على محطات منطقة الدراسة حيث وصل اجمالي كمية الامطار المتساقطة في جميع المحطات المناخية في الحوض إلى 594.4 ملم وهي تشكل نسبة 63.8% من التوزيع الفصلي.

يحتل فصل الخريف المرتبة الثانية بعد فصل الشتاء من حيث معدلات كميات التساقط الفصلي، حيث بلغ اجمالي الامطار المتساقطة في هذا الفصل 213 ملم وبنسبة بلغت 22.8 % موزعة على ثلاث محطات بطة 22.9% البياضة 22.9% تاكنس 23.0%.

يعد فصل الربيع أقل الفصول مطراً بمنطقة الدراسة حيث يمثل 13.4 من إجمالي كمية المطر حيث بلغ اجمالي كمية المطر الفصلي 124 ملم.

الشكل (5) نطاقات المطر في منطقة الدراسة باستخدام اسلوب خطوط تساوي المطر للمدة 1961 –2021م.



جدول (4) التوزيع الفصلي للأمطار(ملم) في محطات منطقة الدراسة 1961–2021م.

الفصل المطير	بطة		البياضة		تاكنس			%
	المجموع الفصلي	%	المجموع الفصلي	%	المجموع الفصلي	%	المجموع	
الشتاء	233.7	63.8	191.5	63.4	169.2	64.4	594.4	**63.8**
الخريف	83.3	22.9	69.2	22.9	60.5	23.0	213	**22.8**
الربيع	49.0	13.3	41.6	13.7	33.4	12.6	124	**13.4**
الإجمالي	**366**	**100**	**302.3**	**100**	**263.1**	**100**	**931.4**	**100**

المصدر: من عمل الباحث اعتمادا على بيانات المركز الوطني للأرصاد الجوية بطرابلس للفترة 1961–2000م.

- بيانات الامطار للمحطات المطرية في حوض اللولب التقرير الرئيسي هيدروجيو ملخص البيانات المناخية لعام 1980–1984م.

- power.larc.nasa.gov/data-access-viewer2001-2022.

8–4: الخصائص المورفومترية لحوض التصريف لوادي اللولب:

8–4–1: المساحة الحوضية:

تتباين الأحواض المائية في مساحتها تبعاً لتباين عوامل عديدة منها الحركات الأرضية، نوع الصخور، التضاريس الأرضية، الظروف المناخية، عامل الزمن، فضلاً عن استعمالات الأرض حيث تؤثر هذه العوامل في العمليات الجيومرفولوجية المتمثلة بالتعرية المائية والترسيب، إن هذه العمليات تكون مسؤولة عن توسع الحوض وزيادة مساحته عن طريق عملية ألحت التراجعي وعمليات الاسر النهري. (الخشاب، 1978، صفحة 55)

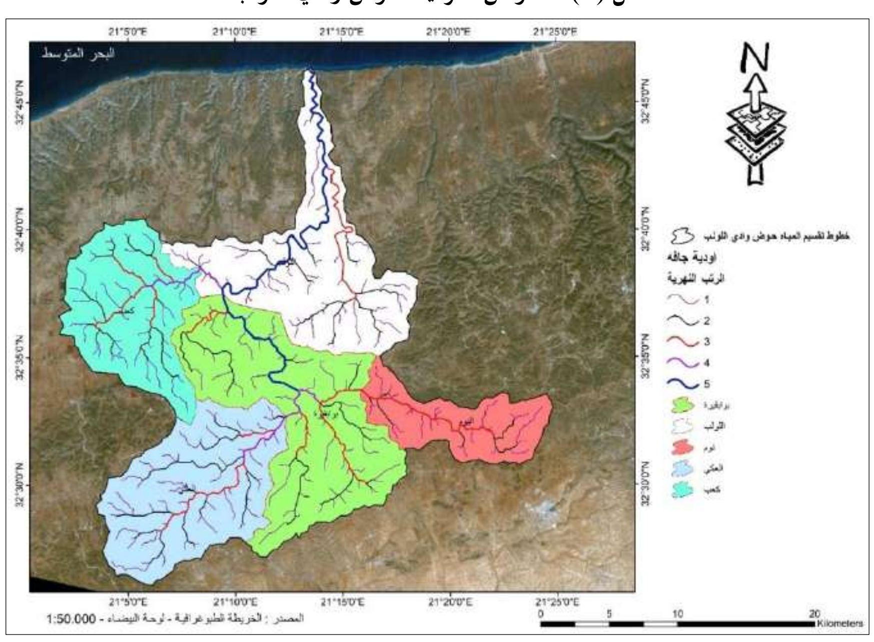
يتكون حوض وادي اللولب من خمسة احواض فرعية تتراوح مساحتها ما بين 151.3كم^2 لحوض وادي بوابقيرة و67.5 كم^2 لحوض وادي النوم، اذ يساهم الحوض الاول بنسبة مساحية قدرها 27% من المساحة الكلية للحوض والثاني بنسبة 12.0%، إن هذا التباين في مساحة احواض وادي اللولب يؤدي إلى التباين في المردود المائي لها، في حالة ثبات العوامل الاخرى المؤثرة في كمية الجريان، وفي ضوء ذلك لابد من معرفة مساهمة مساحة كل حوض بالنسبة إلى مساحة حوض وادي اللولب الكلية.

الجدول (5) القيم المساحية في حوض وادي اللولب.

الحوض	المساحة / $كم^2$	النسبة المئوية %
بوابقيرة	151.3	27
اللولب	131.7	23.5
النوم	67.5	12.0
العكي	117.7	21
كعب	92.8	16.5
المجموع	561	100

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على بيانات الارتفاع الرقمي وعلى اللوحة الطبوغرافية والمرئية الفضائية مقياس 1: 50.000 باستخدام برنامج Arc map.

شكل (6) الاحواض الفرعية لحوض وادي اللولب.



8-4-2: الابعاد الحوضية:

تتضمن أبعاد أحواض أودية منطقة الدراسة قياسات خاصة بالطول والعرض والمحيط والتي يمكن عن طريقها تفهم العلاقة فيما بينها للتعرف على شكل وخصائص الحوض، ولقد استخدمت خرائط طبوغرافيه ومرئية فضائية لمنطقة الحوض بمقياس 1:50000 في استخراج

هذه الأبعاد، باستخدام وسائل التحليل المتاحة في نظم المعلومات الجغرافية حيث تختلف هذه الأبعاد فيما بينها وتتضح هذه الأبعاد من العرض الآتي:

8-4-2-1: طول الحوض:

يمثل طول الحوض أحد الأبعاد الهندسية المهمة لحساب بعض المعاملات الأخرى الموصوفة للحوض والتي ترتبط بالخصائص الأخرى وقد اعتمد ت الدراسة الحالية على أن طول الحوض هو الخط الذي يصل بين المصب وأبعد نقطة على محيط الحوض. (عاشور ج.، 1991، صفحة 290)

حيث وبلغ طول حوض وادي بوأبقيرة من أبعد نقطة في المنابع وحتى مصبه 20كم أما طول حوض وادي اللولب 21كم وهذا لا يختلف كثيراً في الطول عن سابقه، أما طول الحوض في وادي النوم فبلغ 13.5كم وهو أقصر الاودية طولاً ، بينما سجل حوض وادي العكي وحوض وادي كعب اطوالا متقاربة بلغت 16،17 كم على التوالي، بينما بلغ مجموع اطوال احواض التصريف 87.5 كم .

جدول (6) الأبعاد الحوضية لوادي اللولب واحواضه الفرعية.

الأودية	الابعاد		
	طول الحوض (كم)	عرض الحوض (كم)	محيط الحوض (كم)
حوض وادي بوابقيرة	20	16.65	72.1
حوض وادي اللولب	21	19.25	76.1
حوض ادي النوم	13.5	6.23	41.9
حوض وادي العكي	17	12.41	50.3
حوض وادي كعب	16	11.23	47.7
المجموع	**87.5**	**65.77**	**288.1**

المصدر: الباحث باستخدام برامج نظم المعلومات الجغرافية .GIS

8-4-2-2: عرض الحوض:

تبرز أهمية عرض الحوض عند دراسة أشكال الأحواض وبالتحديد عند قياس نسبة الطول / العرض، تم استخراج عرض الأحواض الفرعية لوادي اللولب عن طريق قسمة مساحة الحوض على الطول الحوضي.

سجلت احواض منطقة الدراسة قيم متقاربة في معدل العرض حيث وصل عرض

حوض وادي بوابقيرة 16.65كم، أما عرض حوض وادي اللولب فإنه يبلغ حوالي 19.25كم، بينما سجل حوض وادي النوم اقل عرض حيث بلغ 6.23 كم بينما سجل حوض وادي العكي ووادي كعب قيم متقاربة في معدل العرض بلغت 12.41، 11.23 كم على التوالي ويرجع هذا إلى وجود انبعاج في المناطق العليا من الحوض كما هو واضح من شكل (6).

8-4-2-3: محيط الحوض:

يعد المحيط الحوضي أحد الأبعاد التي تستخدم في التعبير عن أشكال الأحواض وتضاريسها حيث تم قياسها بتتبع خطوط تقسيم المياه للأحواض الفرعية كلا على حده وذلك بتتبع خط تقسيم المياه من المرئيات الفضائية ونماذج الارتفاع الرقمي، كذلك تم استخدام منظومة GARMIN GPS 60-62 لتصحيح الفوارق في الارتفاع ، ومن هنا تم حساب محيط الحوض الرئيسي واحواضه الفرعية، حيث بلغ محيط حوض وادي بوأبقيرة 72.1كم ، أما حوض وادي اللولب سجل محيطه طول بلغ 76.1 كم بينما بلغ محيط حوض وادي النوم 41.9كم ليسجل اقل معدل، ليصل معدل اطوال المحيط في حوض وادي العكي وكعب إلى 50.3،47.7 كم على التوالي .

8-4-3: الخصائص الشكلية الحوض:

يعتبر شكل الحوض من السمات المورفومترية المهمة التي تؤثر على الطريقة التي تعمل بها العوامل الجيومرفولوجية لتشكيل مظهرها، وتستخدم بعض المعاملات الرياضية لتحديد أشكال الأحواض وتشبيهها بالأشكال الهندسية ومن أهم هذه المعاملات:

الجدول (7) الخصائص الشكلية لحوض وادي اللولب واحواضه الثانوية.

الحوض	معامل الاستدارة *	مربع طول الحوض / كم		معامل شكل الحوض **
بوابقيرة	2.0	19.8	79.2	1.9
اللولب	1.7	21.2	84.8	1.5
النوم	1.6	13.3	53.2	1.2
العكي	2.3	16.6	66.4	1.7
كعب	1.9	15.4	61.6	1.5
المجموع	1.9	86.3	345.2	1.6

المصدر: عمل الباحث بالاعتماد على تحليل الخرائط الطبوغرافية والمرئية الفضائية مقياس1: 50.000 واستخدام برنامج Arcmap.

8-4-3-1: معامل الاستدارة:

تشير هذه النسبة إلى مدى اقتراب أو ابتعاد شكل الحوض من الشكل الدائري، فهي تتراوح ما بين صفر-1 إذ أن ابتعاد هذه النسبة عن الصفر واقترابها من 1 يدل على اقتراب شكل الحوض من الشكل الدائري، أم في حالة ابتعاد هذه النسبة عن 1 واقترابها من الصفر فان ذلك يدل على اقتراب شكل الحوض من الشكل المستطيل، ويمكن استخراج معامل الاستدارة من خلال تطبيق المعادلة الآتية. (سلامة، 1980، صفحة 102)

$$\frac{\text{مساحة الحوض كم}^2}{\text{مساحة الدائرة التي لها نفس محيط الحوض كم}^2}$$

عند تطبيق المعادلة على حوض وادي اللولب كانت معامل الاستدارة كالآتي: 2.0 لحوض وادي بوابقيرة و1.7 لحوض وادي اللولب و1.6 لحوض وادي النوم و2.3 لحوض وادي العكي و1.9 لحوض وادي كعب بينما بلغت النسبة و1.9 على كامل حوض وادي اللولب.

من خلال ما سبق نستنتج ان حوض وادي اللولب قد جاءت قيم معامل الاستدارة فيها مرتفعة عن 1 صحيح وهذا يدل على اقتراب أشكال هذه الأحواض من الشكل الدائري.

كما يلاحظ مما سبق أن سرعة وصول الموجات التصريفية في الأحواض التي يقترب شكلها من الشكل الدائري تكون أكبر من سرعة وصول الموجات التصريفية في الأحواض التي يقترب شكلها من الشكل المستطيل.

8-4-3-2: معامل شكل الحوض:

وهو أحد المقاييس المورفومترية التي تستخدم في تحديد شكل الحوض، إذ يمكن التعرف من خلاله على مدى اقتراب شكل الحوض او ابتعاده عن الشكل المثلث ويستدل من خلاله على مدى تناسق أجزاء الحوض. (عبدالرحمن، 2002، صفحة 75). تكمن اهمية معامل شكل الحوض في معرفة مدى سرعة وصول الموجات التصريفية إلى الذروة. (Horton, 1945, p. 275)

معامل شكل الحوض= مساحة الحوض / كم² ÷ مربع طول الحوض / كم

إن انخفاض قيمة معامل شكل الحوض تدل على اقترابه من الشكل المثلث والذي يتمثل فيه الرأس والقاعدة وفيه حالتان.الأولى: إذا كانت قاعدة المثلث تمثل منطقة المنبع ورأسه يمثل منطقة المصب في هذه الحالة يتطلب وصول ذروة التصريف المائي مدة زمنية طويلة بسبب اتساع مساحة الحوض باتجاه منطقة المنبع. الثانية: إذا كان رأس المثلث يمثل منطقة المنبع وقاعدته تمثل منطقة المصب ففي هذه الحالة قد يبلغ التصريف المائي ذروته بعد سقوط الأمطار مباشرة، فضلا عن قصر فترة وصول موجة الفيضان إلى المجرى الرئيسي. (الصحاف، 1989، صفحة 523)

تنطبق الحالة الأولى على حوض وادي بوابقيرة 1.9 وحوض وادي اللولب 1.5 وحوض وادي النوم 1.2 في حين سجل حوض وادي العكي 1.7 وحوض وادي كعب 1.5 وحوض وادي، بينما سجلت كامل منطقة حوض معدل بلغ 1.6.

من خلال ما تقدم نستنتج أن الأحواض المائية تنطبق عليها الحالة الأولى التي تتطلب وصول ذروة التصريف المائي فيها مدة زمنية أطول من الحالة الثانية، بسبب اتساع مساحة الحوض باتجاه منطقة المنبع.

8-4-4: الخصائص التضاريسية:

تبرز اهمية دراسة خصائص الحوض التضاريسية من خلال تسليط الضوء على عملية ألحت المائي والدورة الحتية وعلاقتها بتطور خصائص الحوض الاخرى الخصائص المساحية وخصائص شبكة الصرف المائي. (الحسن، هيدرومورفومترية حوض رافد الخوصر دراسة في الجيمورفولوجيا التطبيقية، 1990، صفحة 43)

8-4-4-1: درجة التضرس:

هي الفرق بين اعلى نقطة واخفض نقطة في الحوض إلى طول الحوض /كم، وتعد درجة التضرس مقياساً مهماً لمعرفة الطبيعية الطبوغرافية للمنطقة، كما أنها مؤشر جيد لتخمين حجم الرواسب المنقولة وسرعة وصول الموجات المائية، فكلما زادت درجة التضرس زادت معها نسبة الرواسب المنقولة وسرعة المياه، كما أن لدرجة التضرس دوراً بارزاً في تكوين العديد

من الأشكال الجيومرفولوجية المختلفة مثل المراوح الغرينية كلما ارتفعت قيمة درجة التضرس دل ذلك على ارتفاع العمليات الحتية نسبياً وان مجرى الوادي لازال في مراحله التطويرية الاولى (مرحلة الشباب)، أما إذا كانت هذه القيمة منخفضة فان ذلك يدل على ان المجرى يمر في مراحله الاخيرة (الشيخوخة) وفق مراحل الدورة الجيومرفولوجية التي حددها وليم موريس ديفز. (Arther N. A., 1975, p. 913)

ويمكن استخراج قيمة التضرس من خلال تطبيق المعادلة الآتية:

$$\text{درجة التضرس} = \frac{\text{الفرق بين أعلى واخفض نقطة في الحوض / م}}{\text{طول الحوض الموازي لخط التصريف الأساسي}}$$

الجدول (8) قيم درجة التضرس لحوض وادي اللولب واحواضه الثانوية.

الحوض	طول الحوض (كم)	اعلى ارتفاع (م) من مستوى سطح البحر	اقل ارتفاع (م) من مستوى سطح البحر	درجة التضرس (م/كم)
بوابقيرة	20	475	400	3.7
اللولب	21	425	50	17.8
النوم	13.5	500	400	7.4
العكي	17	550	425	7.3
كعب	16	475	350	7.8

المصدر: الدراسة الميدانية، GARMIN MAP GPS-60، والدراسة الميدانية، GARMIN MAP GPS -65.

- الخرائط الطبوغرافية مقياس 1: 50.000 باستخدام برنامج Arc map.

أظهرت نتائج تطبيق المعادلة على حوض وادي اللولب نتائج درجة التضرس والتي تتراوح ما بين 3.7م/كم لحوض وادي بوابقيرة و 7.8م/كم لحوض وادي كعب، جدول رقم (8)، ومن خلال تحليل هذه النتائج نجد ان معظم قيم درجة التضرس لحوض وادي اللولب واحواضه الثانوية جاءت منخفضة، وهذا مؤشر على ان الاحواض الفرعية تمر في مراحله الاخيرة الشيخوخة، يستثنى من ذلك حوض وادي اللولب الفرعي والذي بلغ درجة تضرسه 17.8م/كم، وبهذا يمكن وصفه بالمرحلة التطويرية الاولى مرحلة الشباب وفق مراحل الدورة الجيومرفولوجية الديفيزية.

8-4-4-2: لمقاطع الطولية والعرضية:

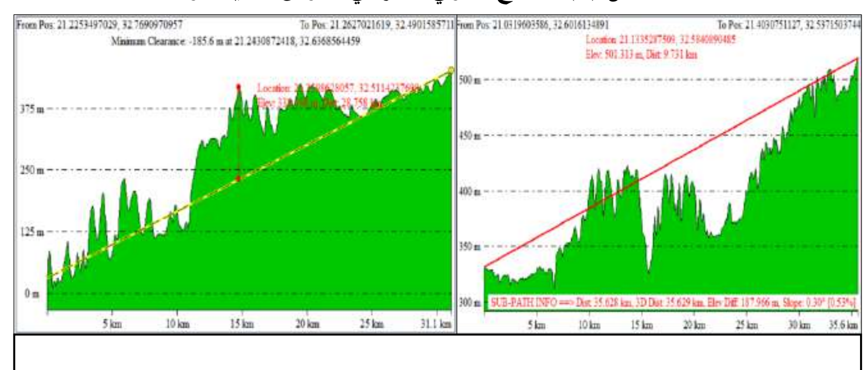
القطاع الطولي هو القطاع الذي يمتد على طول النهر من منبعه إلى مصبه وتتمثل فيه

انحدارات المجرى والعقبات التي توجد على امتداده، ويتخذ القطاع الطولي اشكالاً مختلفة تبعاً لعوامل عديدة تتحكم بشكله مثل نوعية الصخور والحركات البنائية وكذلك سرعة وكمية المياه الجارية ونشاطها الجيومورفولوجي. (البيواتي، 1995، صفحة 64)

تكون المقاطع العرضية لمجاري الأودية على شكل الحرف (V) عند مناطق منابعها (مرحلة الشباب)، ولا يكون لها أي سهل فيضي، لان عمليات توسيع المجاري في هذه المرحلة تكون محدودة جداً، أما في مرحلة النضج حيث ينشط الوادي في توسيع مجراه بينما تتناقص قدرته على تعميقه، وفي هذه المرحلة يزداد وضوح تعرجاته بسبب تزايد نشاط النحت في الجوانب المقعرة وتزايد الإرساب في الجوانب المحدبة التي يهدأ أمامها التيار، حيث تبدأ في هذه المرحلة عملية تكوين السهل الفيضي، أما في مرحلة الشيخوخة، والتي تتمثل عادة في القسم الأدنى من الوادي أو النهر، فيكون السهل الفيضي قد وصل إلى اقصى اتساع له ويجري النهر أو الوادي في وسطه دون أن تكون له جوانب مرتفعة لذلك فانه يكون كثير المنحنيات على الجانبين. (شرف، 1993، صفحة 307)

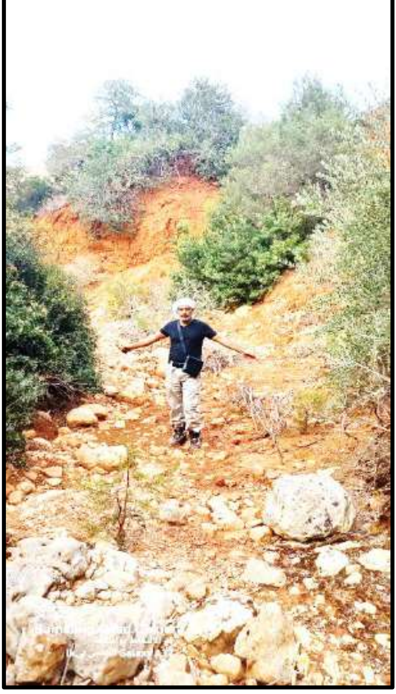
من خلال تحليل المقاطع الطولية والعرضية لحوض وادي اللولب نستنتج أن الوادي يحتوي على تباين طبوغرافي من حيث الارتفاع والانخفاض حيث يظهر المقطع الطولي من الشمال إلى الجنوب بأن الوادي يصل إلى ارتفاع إلى أكثر من 375 متر على الحافة الثانية عند خط تقسم المياه من مستوى القاعدة العام في حين يظهر المقطع العرضي بأن الوادي زدا في الارتفاع كلما اتجهنا نحو الشرق ليصل إلى ارتفاع أكثر من 550 متر فوق مستوى القاعدة العام.

الشكل (7) المقطع الطولي والعرضي لحوض وادي اللولب.



المصدر: الدراسة الميدانية، GARMIN MAP GPS-60، والدراسة الميدانية، GARMIN MAP GPS -65.

الصورة (1) مقطع الطولي وعرضي للرتبة النهرية الثالثة وادي اللولب.



المصدر: الدراسة الميدانية: 19-5-2023.

8-5: الخصائص المورفومترية لشبكة التصريف لوادي اللولب:

من اجل التوصل إلى معرفة خصائص الشبكة التصريفية لحوض أي نهر لابد من دراسة العلاقة بين مراتب الوديان النهرية ومنطقة صرفها، ويتم ذلك بتقسيم شبكة الصرف النهري إلى أقسام على أساس المراتب النهرية، واتخاذ الروافد الرئيسة التي يتألف منها النهر اساساً لهذا التقسيم، إذ تعد منطقة كل رافد حوضاً قائماً بحد ذاته.

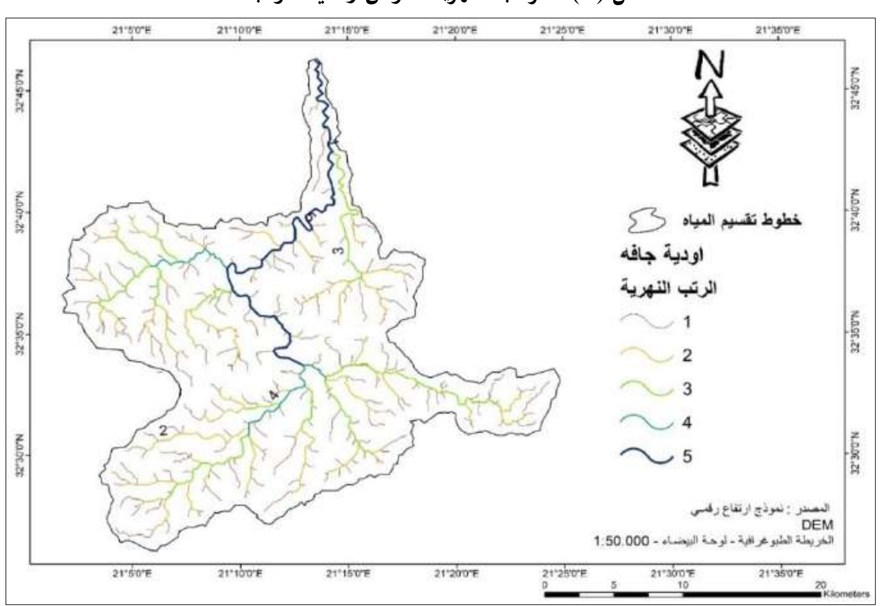
8-5-1: المراتب النهرية:

هناك طرق عدة يمكن إتباعها في تحديد المراتب النهرية لأي حوض نهري منها طريقة سترهلر، وهورتون، وشوم، إلا أن الطريقة التي جاء بها سترهلر تعتبر الأكثر استخداماً وذلك لوضوحها، اذ تعتبر الأنهار التي تقع في بداية المسيلات والجداول المائية بداية شبكة الصرف النهري والتي لا تصب فيها أية مسيلات أخرى، تعد انهار من المرتبة الاولى وعندما يلتقي نهران من المرتبة الأولى يتكوّن نهرٌ أكبر حجماً وهو من المرتبة الثانية، وعندما يلتقي نهر من

المرتبة الثانية مع نهر آخر من نفس المرتبة يتكون نهر من المرتبة الثالثة. (Arther N. .., 1979, p. 476)

اعتمدت الدراسة طريقة سترهلر Strahler في دراسة المراتب النهرية لحوض وادي اللولب والتي تم تقسيمها وفقاً لهذه الطريقة إذ اتضح ان هناك خمس مراتب نهرية الشكل رقم (8)، اتضح أن حوض وادي اللولب يتكون من خمسة رتب نهرية بمجموع اطوال بلغ 759كم حيث سجلت الرتبة الأولى اعلى نسبة بحوالي 68% من مجموع اطوال الرتب النهرية وبطول بلغ 258كم وهي تمثل منطقة المنابع العليا لحوض وادي اللولب، في حين تمثل الرتبة الخامسة المجرى الرئيس بطول بلغ 29كم وبنسبة 3.8% وبطول بلغ 40كم ، ومن خلال ما تقدم نستنتج أن لدراسة المراتب النهرية أهمية كبيرة وذلك لتخمين كمية التصريف المائي الخاص بكل وادي، وبالتالي معرفة قدرة الأودية على عمليات الحت والإرساب.


شكل (8) المراتب النهرية لحوض وادي اللولب.



جدول (9) رتب وأطوال الأودية لشبكة تصريف حوض وادي اللولب.

الرتبة	عدد المجاري	النسبة المئوية %	طول الأودية (كم)
1	513	68	258
2	122	16	126
3	73	9.5	74
4	22	2.7	17
5	29	3.8	40
المجموع	**759**	**100**	**515**

المصدر: من حسابات الباحث اعتمادا على برنامج ARC MAP GIS.

8-5-2: نسبة التشعب:

هي النسبة بين عدد المجاري المائية في مرتبة ما إلى عدد المجاري في المرتبة التي تليها، ويمكن استخراج نسبة التشعب من خلال تطبيق المعادلة الآتية. (Horton.R op.cit.,p.291)

$$\text{نسبة التشعب} = \frac{\text{عدد المجاري المائية في مرتبة ما}}{\text{عدد المجاري المائية في مرتبة لاحقة}}$$

تعتبر نسبة التشعب أحد المقاييس المهمة في الدراسات الجيومورفولوجية كونها تتحكم في كثافة الصرف وفي قيمة الجريان، فضلاً عن تأثيرها على أشكال سطح الأرض. (كورلي، 1989، صفحة 56)

جدول (10) معدل التشعب بحوض وادي اللولب.

الرتبة	عدد المجاري	نسبة التشعب	العدد لكل رتبتين	النسبة × العدد لكل رتبتين
1	513	4.20	635	2667
2	122	1.67	195	325.65
3	73	3.31	95	314.45
4	22	0.75	51	38.25
5	29			
الجموع		**9.93**	**976**	**3345.35**

المصدر: من حسابات الباحث اعتمادا على برنامج ARC MAP GIS

مما سبق ذكره عن نسب التشعب في الروافد المدروسة لوحظ ارتفاع نسبة التفرع في الرتب العليا وانخفاضها في الرتب الدنيا، وعلى مستوى المتوسطات لنسب التفرع للأودية

المدروسة ومن الشكل(8) يتبين لنا أن الرتبة الخامسة بحوض وادي اللولب هي أخطر الرتب في سيولها والذي يبلغ متوسط نسبة التشعب فيها 0.75 وهذا راجع إلى ارتفاع عدد المجاري في الرتب العليا وجميع هذه الرتب تعد خطرة في مناطق المصبات.

8-5-3: كثافة الصرف:

تعرف بدرجة انتشار الشبكة النهرية وتفرعاتها ضمن مساحة محدودة، وتعد كثافة الصرف المائي من المقاييس المهمة في دراسة الخصائص المورفومترية كونها تعكس أثر كل من الصخور والتضاريس الأرضية والتربة والغطاء النباتي، كما أنها تُظهر احياناً تأثير الإنسان على شبكة التصريف المائي حيث ان كثافة الصرف لأي حوض هي ليست ثابتة وإنما تنمو وتتسع او تتقلص وتنكمش تبعاً لشدة سقوط الأمطار او حدوث الجفاف. (عاشور م.، 1986، صفحة 465). ولكثافة الصرف نوعين هما.

- كثافة الصرف الطولية: ويعبر عنها رياضياً بالمعادلة الآتية:

كثافة الصرف الطولية =. مجموع أطوال الروافد / كم ÷ المساحة الكلية للحوض / كم^2

عند تطبيق المعادلة على كامل حوض وادي اللولب وأحواضه الثانوية بلغت معدل كثافة الصرف الطولية 1.5كم/كم^2.

- كثافة الصرف العددية: ويعبر عنها رياضياً بالمعادلة الآتية:

كثافة الصرف العددية = مجموع أعداد الأودية لحوض ما ÷ مساحة الحوض / كم^2

الجدول (11) كثافة التصرف الطولية والعددية لحوض وادي اللولب وأحواضه الثانوية.

الحوض	عدد الروافد	مجموع اطوال الروافد كم	المساحة كم^2	الكثافة الطولية كم /كم^2	الكثافة العددية رافد كم^2
بوابقيرة	200	516	151.3	3.4	1.3
اللولب	122	123	131.7	0.9	0.9
النوم	66	49	67.5	0.7	0.9
العكي	115	107	117.7	0.9	0.9
كعب	107	86	92.8	0.9	1.1
المجموع	610	881	561	1.5	1.0

المصدر: من حسابات الباحث اعتمادا على برنامج ARC MAP GIS.

جدول (12) تصنيف كثافة التصريف وفق (Morisawa) و(EL-ashry).

التصنيف		بحسب Morisawa	بحسب EL-ashry
خشن	Coarst	أقل من 8 (صخور منفذة أو كتيمة مناطق رطبة كثيفة النبات)	**أقل من 2**
متوسط	Medium	من 20-8 (صخور منفذة، أمطار غزيرة ومناطق كثيفة بالنبات)	**40 – 50**
ناعم	Fine	20- 200 (سطح كتيم وأمطار ونباتات قليلة)	**أكثر من 80**
ناعم جداً	Ultra-Fine	أكثر من 200 (سطح كتيم ودون نبات، وأمطار قليلة وصخور ضعيفة)	**أكثر من 200**

المصدر: غزوان محمد أمين سلوم، حوض وادي هريرة دراسة جيومورفولوجية، مجلة جامعة دمشق، المجلد 28، العدد (3+4)، 2012، ص566.

يلاحظ من الجدول (11) انخفاض الكثافة التصرف الطولية والعددية لحوض وادي اللولب وأحواضه الثانوية وربما راجع هذا الانخفاض إلى زيادة صلابة تكوينها أو إلى نوع الصخر ومن أهم العوامل التي تتحكم في كثافة التصريف نوع الصخر، فالصخور الصلبة تنخفض فيها الكثافة والعكس، وبهذا تكون كثافة التصريف في حوض وادي اللولب متقاربة مع احواضه الفرعية.

8-5-4: معامل الانعطاف:

لا يوجد في العالم انهار جارية او وديان جافة مستقيمة تمام الاستقامة بل تمتاز بوجود بعض الانحناءات التي تتطور بمرور الزمن وصولاً إلى مرحلة الانعطاف، باستثناء تلك التي تتبع خطأً انكسارياً حيث تكون أقرب إلى الاستقامة. ان معامل الانعطاف هو أحد المقاييس المهمة لدراسة الخصائص المورفومترية، فهو يقيس درجة انحراف النهر عن المجرى المستقيم ويظهر شدة التوائه، ويمكن استخراج قيم معامل الانعطاف بتطبيق المعادلة الآتية:

$$\text{معامل الانعطاف} = \frac{\text{الطول الحقيقي}}{\text{الطول المثالي}}$$

الطول الحقيقي، هو الطريق الذي يسلكه مجرى النهر من منبعه إلى مصبه عبر تعرجاته. اما الطول المثالي فهو أقصر طريق يسلكه المجرى من المنبع إلى المصب ان لمعامل الانعطاف أهمية كبيرة في الدراسات الجيومرفولوجية للأنهار والأودية وذلك لمعرفة المرحلة الجيومرفولوجية للنهر أو الوادي فضلاً عن معرفة قدرة النهر على الإزاحة والتحرك الجانبي وفي

أي اتجاه ومدى تأثير ذلك على استخدامات الأرض المختلفة وبخاصة المقامة على سهله الفيضي. (النقاش، 2008، صفحة 78)

الجدول (13) معامل الانعطاف لحوض وادي اللولب واحواضه الثانوية.

الحوض	الطول الحقيقي/كم	الطول المثالي/كم	معامل الانعطاف
بوابقيرة	12	9	1.33
اللولب	28.7	20	1.43
النوم	12.7	10.3	1.23
العكي	5.2	4.5	1.15
كعب	5	4.3	1.16

المصدر: من حسابات الباحث اعتمادا برنامج ARCMAP.

من خلال تحليل القيم ودراستها يتضح أن اغلب أحواض وادي اللولب تكون أقرب إلى الالتواء منها إلى الاستقامة أو الانعطاف، بحسب التقسيم المتفق عليه من قبل الكثير من المختصين، إذ أن نسبة التعرج لمجرى النهر أو الوادي تتراوح ما بين 1-4 وفي ضوء هذه النسبة تُحدد شدة انحناءات المجاري المائية وكما يأتي:

- إذا كانت النسبة يكون النهر أو الوادي أقرب ما يكون إلى الاستقامة.
- إذا كانت النسبة ما بين (1.1-1.5) يكون ملتوياً.
- إذا كانت النسبة أكثر من (1.5) يكون النهر أو الوادي منعطفاً.

تعد أنماط الصرف النهري لأي منطقة انعكاساً لعوامل الطبيعة المتداخلة كمظاهر السطح والتركيب الجيولوجي للحوض بالإضافة إلى طبيعة الصخور المكونة للمنطقة ونظام بنائها. كما أن لطبيعة الانحدار ونوع المناخ السائد، لاسيما كمية الأمطار الساقطة ودرجات الحرارة تأثيراً في تحديد نوع نمط التصريف. (ثورنبري، 1975، صفحة 146)

إن للعوامل السابقة الذكر أهمية كبيرة في تشكيل أنماط التصرف النهري، وان أهم أنماط الصرف التي تظهر في منطقة الدراسة هي:

8-5-5: نمط التصرف الشجري:

يتكون هذا النمط من التصريف في المناطق التي تكون الصخور فيها متجانسة من حيث تكوينها ودرجة صلابتها وبنيتها، كما هو الحال في المناطق تكون صخورها رسوبية

ذات بناء أفقي تقريباً ففي مثل هذه الحالة تجري الأنهار والجداول في جميع الاتجاهات بحيث أنها تتخذ شكلاً يشبه تفرعات الشجرة،و يلعب المناخ دوراً مؤثراً في كثافة التفرع ضمن هذا النمط حيث تزداد كثافة التفرع مع زيادة كمية التساقط وتقل بقلته، ومن مميزات هذا النمط من الصرف هو التقاء مراتب الأودية المختلفة بزاوية حادة، وبتشعب الروافد بشكل غير منتظم وبتفرعات كثيرة مكونة نظاماً نهرياً لهذه الأحواض فضلاً عن أن هذا النمط يمتاز بانخفاض فترة التلكؤ *، وسرعة وصول الموجات التصريفية من منطقة المنبع إلى المصب مسببة تعرية مائية شديدة لمنحدرات الحوض وزيادة في الحمولة من الروافد. (الحكيم، 1981، صفحة 149)

إن ظهور هذا النمط في منطقة الدراسة يستوجب الاهتمام بموضوع حصاد المياه الامطار للتقليل من الآثار السلبية والاستفادة من المياه المتجمعة في مجالات عديدة، إذ أن نمط التصريف الشجري يظهر في أجزاء عديدة من حوض وادي اللولب لاسيما في أقسامه الجنوبية والغربية، متمثلاً بحوض وادي كعب وحوض وادي العكي، فضلاً عن العديد من التفرعات الثانوية في الجانب الشرقي حوض وادي النوم كذلك يظهر على جانبي المجرى الرئيس والتي يتخذ شكلها هذا النمط، شكل رقم (9).

8-5-6: نمط التصرف المتوازي:

هو النمط الذي تجري فيه الجداول والمسيلات المائية بشكل يوازي بعضها بعضاً، وينشأ هذا النمط في المناطق التي تمتاز بانحدار ملحوظ لسطح الأرض، وكذلك وجود صدوع وطيات متوازية مع امتدادات المجاري المائية. (العذاري، 2005، صفحة ص 36)

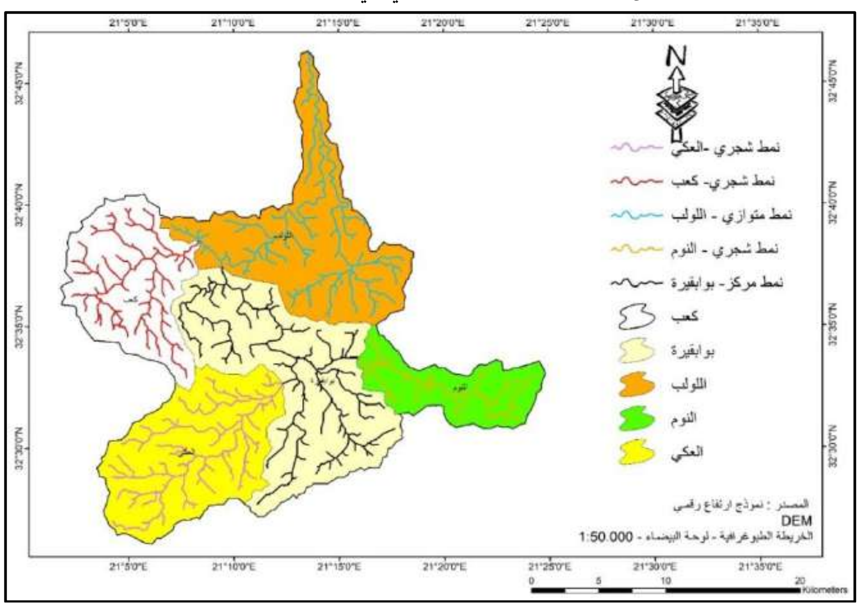
يمكن ملاحظة هذا النمط في حوض وادي اللولب الرئيس باعتباره يضم عدداً كبيراً من الفروع الجانبية والتي تتخذ أنماط تصريف مختلفة لذلك يتضح من خلال الخرائط الطبوغرافية في منطقة الدراسة أن هناك أكثر من نمط تصريف.

8-5-7: نمط الصرف المركزي:

يظهر هذا النمط في منطقة الدراسة ضمن مناطق متفرقة من حوض وادي اللولب لاسيما في المناطق العليا منه والوسطى على شكل احواض ذات تصريف داخلي، كما في حوض وادي بوابقيرة وبعض الأفرع على جانبي وادي اللولب الرئيس، الشكل إن وجود هذه المنخفضات عامل مساعد على حصاد المياه، إذ تكـوّن هذه المنخفضات مستجمعات مائية

يمكن تطويرها واستغلالها في عملية حصاد المياه.

الشكل (9) أنماط التصريف المائي في حوض وادي اللولب.



8–6: الخصائص الهيدرولوجية:

تعد منطقة الدراسة من المناطق التي تعاني بنقص واضح من الموارد المائية السطحية الدائمة الجريان، وذلك لوقوعها ضمن أقاليم المناخ شبه الجافة ولا يحدث أي جريان مائي فيها الاعقب سقوط الأمطار ويعتمد مقدار طول فترة الجريان على كمية الأمطار الساقطة عليها، ولهذا يمكن اعتبارها من الاودية الموسمية الجريان، وتعد شبكة الصرف المائي الموسمية الجريان هي الوحيدة التي يمكن من خلالها استثمار المساحات الزراعية إذ ما استثمرت مياهها من خلال انشاء السداد الترابية الموضعية المدروسة.

8–6–1: تقدير الجريان السنوي المتوقع:

لتقدير العلاقة بين المطر والجريان كان لابد من استخدام نموذج رياضي لتقدير كمية الجريان المتوقع لذا تم اعتماد معادلة بيركلي التي تعتمد على متغيرين هما الامطار والخصائص المورفومترية. (خلف، 2012، صفحة 432)

$$R = CIS\frac{1}{2}\left(\frac{W}{L}\right)^{0.45}$$

حيث أن:

R= حجم الجريان السنوي المتوقع مليار /م^3.

C= 0.30 معامل ثابت في المناطق الجافة وشبه الجافة وتعتمد قيمته على سطح التربة والغطاء النباتي وجيولوجية المنطقة.

I= حجم المطر مليار / م^3

S= معدل الانحدار م / كم

W= معدل عرض الحوض / كم

L= طول الوادي (من المنبع الى المنصب)

$$\frac{\text{مجموع التساقط السنوي بـ ملم}}{100} \times \frac{\text{مساحة الحوض كم}^2 \times 1000 \times 1000}{1000000000}$$

الجدول (14) تقدير الجريان السنوي المتوقع بتطبيق نموذج (بيركلي **Barkley**).

	حوض وادي اللولب	L أطوالها	المساحة كم^2	معدل المطر السنوي ملم	حجم المطر مليار/م^3 I	معدل عرض الحوض كم W	معدل الانحدار م كم S	معدل الجريان المتوقع/ م^3
1	بوابقيرة	20	151.3	295	0.446	12.5	5.4	0.0786
2	اللولب	21	131.7	320	0.421	14.3	22	0.425
3	النوم	13.5	67.5	300	0.202	12.5	14	0.176
4	العكي	17	117.7	265	0.311	15.5	7.6	0.145
5	كعب	16	92.8	330	0.306	16.4	11.4	0.241

المصدر: الباحث بالاعتماد على معادلة **بيريكلي** ومخرجات برامج نظم المعلومات الجغرافية.

أظهرت نتائج معادلة بيركلي على شبكة الصرف المائي لحوض منطقة الدراسة من الجدول (14) تبين أن أعلى حجم للجريان السنوي يحدث في الحوض الرئيس وادي اللولب إذ بلغ 0.425 مليار م^3 أما الأحواض الثانوية فقد وتراوحت نتائجها ما بين 0.241 مليار م^3 لحوض وادي كعب وتمثل أعلى قيمة للأحواض الثانوية و 0.0786 مليار م^3 وهي اقل قيمة بالنسبة لحجم الجريان لحوض وادي بوابقيرة، اما معدل المطر السنوي فاستخرج بالاعتماد على خطوط المطر المتساوية وبتقسيم خطوط المطر من 265 –365 واعتمد

الفاصل 5 ملم بين خط واخر، ولهذا يجب استثمار هذا المورد المائي الجيد وغير المستغل كأنشاء سد متوسط الحجم على الأحواض الثانوية من جهة والحوض الرئيس من جهة ثانية، ويكون بدقة متناهية وعلى أحواض مقترحة من الحوض، ويتضح مما تقدم بأن حجم الجريان السنوي المتوقع لمنطقة الدراسة يتباين من حوض لأخر وفقا لعاملين هما عنصر المطر والخصائص المورفومترية.

8-6-2: المطر وزمن التركيز:

تستخدم معادلة زمن التركيز في حساب مدة العاصفة المطرية ومعرفة الوقت الذي تستغرقه مياه الامطار للوصول إلى المصب، لذا في تعرف بالمدة الزمنية الي يكون بعدها الجريان السطحي مساوياً لأي زيادة في كمية الامطار، كما يستخدم لتصنيف خطورة الجريان اذ كلما كان التركيز مرتفعاً كان الجريان أكبر. (العكام، 2016، صفحة 1538)

$$TC=\frac{4(S)\ 0.5+(1.5L)}{0.8\ (H)\ 0.5}$$

تم اعتماد على معادلة جاو ك أن: ^{TC} زمن التركيز / ساعة، ^{S} = انحدار الحوض، ^{L} = طول المجري، ^{H}=فارق الارتفاع بين المعدل والارتفاع الأدنى للحوض /م.

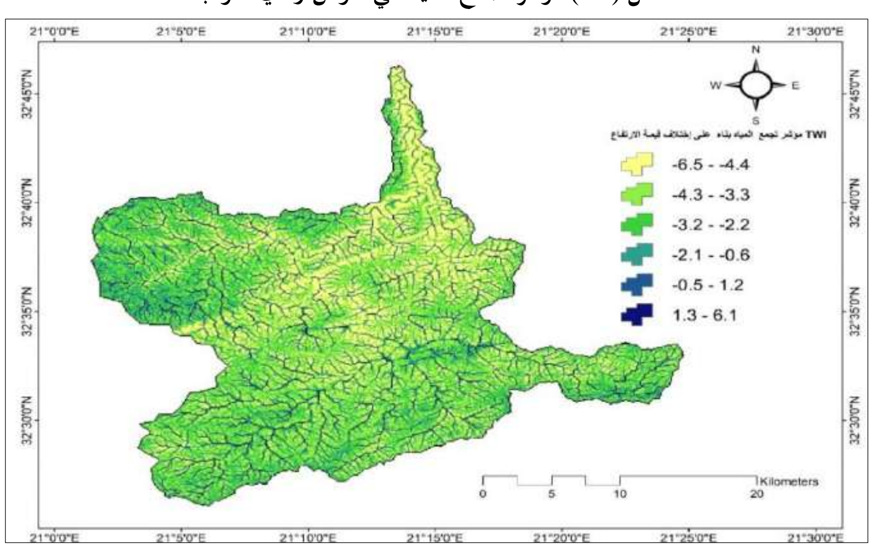
عند تطبيق المعادلة على حوض وادي اللولب وأحواضه الثانوية من خلال الجدول (15) يلاحظ أن زمن التركيز للحوض الكلي بلغ 43.2/ساعة في حين سجلت الاحواض الثانوية تباين واضح في قيم زمن التركيز، اذ بلغ أعلى زمن للتركيز في حوض وادي كعب قيمة بلغت 88 ساعة، ويعود السبب في ارتفاع القيمة إلى ارتفاع تضاريس منطقة الحوض مع ارتفاع معدل الانحدار، في حين سجل حوض وادي العكي أدنى قيمة تركيز بلغت 5 / ساعة.

الجدول (15) تقدير زمن التركيز المتوقع لحوض وادي اللولب
وأحواضه الثانوية بتطبيق نموذج (جاو).

الحوض	الطول الحقيقي/ م	أدني ارتفاع	معدل الانحدار م كم S	زمن التركيز ساعة TC
بوابقيرة	12164	400	5.4	55
اللولب	28770	50	15	45
النوم	12739	400	14	23
العكي	5294	425	7.6	5
كعب	5071	350	11.4	88
المعدل	12808	325	12.08	43.2

المصدر: الباحث بالاعتماد على معادلة جاو، و مخرجات برامج نظم المعلومات الجغرافية GIS.

الشكل (10) مؤشر تجمع المياه في حوض وادي اللولب.



8-6-3: سرعة الجريان:

تعد سرعة الجريان من المتغيرات المهمة التي لا بد من قياسها فهي تتأثر بوجود مجموعة العوامل التي تؤثر علة سرعة الجريان ومدى استجابة الحوض كخصائص التربة والخصائص الجيومرفولوجية الكمية متمثلة بالانحدار وقوة التدفق ونسبة المساحة التي تؤثر في معامل الجريان الذي ينعكس تأثيره على معامل الفيضان، وبما حوض وادي اللولب يعد من الاحواض الجافة الموسمية الجريان لذا تم اعتماد معادلة جاتون Jaton كمعادلة تجربيه. (j.f, 1980, p. 41).

$$V = \frac{LM}{3.6\,TC\,(S)}$$

حيث أن:

V = سرعة الجريان السطحي م/ثا، L= طول المجرى بالأمتار، TC(S) زمن التركيز بالثواني.

الجدول (16) تقدير سرعة الجريان السطحي لحوض وادي اللولب
وأحواضه الثانوية بتطبيق نموذج (جاتون Jaton).

الحوض	الطول الحقيقي/ م المجرى الرئيس	زمن التركيز / دقيقة	زمن التركيز / ثا	سرعة الجريان م/ثا
بوابقيرة	12164	3300	11880	1.0
اللولب	28770	2700	9720	2.9
النوم	12739	1380	4968	2.5
العكي	5294	300	1080	4.9
كعب	5071	5280	19008	0.26
المعدل	12808	2592	9331.2	2.312

المصدر: الباحث بالاعتماد على معادلة جاتون، و مخرجات برامج نظم المعلومات الجغرافية GIS.

عند تطبيق المعادلة على احواض منطقة الدراسة الجدول (16) اتضح أن سرعة الجريان السطحي تتباين من حوض تصريف لأخر، حيث بلغت في حوض اللولب 2.9 م/ثا ، 2.5 م/ثا في حوض النوم هذه المعدلات تقترب من المعدل العام لمنطقة الدراسة حيث بلغ معدل سرعة الجريان على كامل حوض وادي اللولب واحواضه الفرعية 2.312 م/ثا ، بينما ادنى قيمة سجلت لحوض كعب اذ بلغت 0.26م/ثا .

الجدول (17) الخصائص الهيدرولوجية لبعض الاودية في منطقة الجبل الأخضر.

الوداي	المساحة كم^2	كمية المطر السنوي ملم	معدل سرعة الجريان م/ثا
القطارة	1285	260	3.28
درنة	574	352	1.11
خروبة	278	25	1.45
المعلق	925	88	-
المهبول	52	375	2.20
الباب	835	180	2.0

المصدر: الهيئة العامة للمياه، قسم المياه السطحية، طرابلس.

النتائج:

1. يتكون حوض وادي اللولب من خمسة احواض فرعية تتراوح مساحتها ما بين 151.3كم² لحوض وادي بوابقيرة و67.5 كم² لحوض وادي النوم، إن هذا التباين في مساحة احواض وادي اللولب يؤدي إلى التباين في المردود المائي لها، في حالة ثبات العوامل الاخرى المؤثرة في كمية الجريان.
2. جاءت قيم معامل الاستدارة فيها مرتفعة عن 1 صحيح وهذا يدل على اقتراب شكل هذه الأحواض من الشكل الدائري.
3. تراوحت درجة التضرس في منطقة الدراسة ما بين 3.7م/كم لحوض وادي بو ابقيرة و 7.8م/كم لحوض وادي كعب، من خلال ما تقدم نستنتج أن الأحواض المائية في واي اللولب تنطبق عليها الحالة الأولى التي تتطلب وصول ذروة التصريف المائي فيها مدة زمنية أطول من الحالة الثانية، بسبب اتساع مساحة الحوض باتجاه منطقة المنبع.
4. اظهرت نتائج ان معظم قيم درجة التضرس لحوض وادي اللولب واحواضه الثانوية جاءت منخفضة وهذا مؤشر على ان الاحواض الفرعية تمر في مراحله الاخيرة الشيخوخة يستثنى من ذلك حوض وادي اللولب الفرعي والذي بلغ درجة تضرسه 17.8م/كم وبهذا يمكن وصفه بالمرحلة التطويرية الاولى مرحلة الشباب وفق مراحل الدورة الجيومورفولوجية الديفيزية.
5. من خلال رسم المقطع الطولي والعرضي أن هذه المناطق من مجرى الوادي في المنطقة الوسطى يتخذ شكلاً أكثر سعة وانبساطاً، وفي المنطقة القريبة من المصب يكون الوادي ذا حافات واطئة، أما في المناطق العليا من الوادي فيكون المجرى ضيق وذو حافات شديدة الانحدار مكوناً خوانق في مناطق متفرقة على طول المجرى، حيث ان المناطق العليا من المجرى تعد من المواقع المناسبة لإنشاء سدود حجز مياه الأمطار وخزنها والاستفادة منها في مجالات عدةّ لاسيما وان منطقة الدراسة تفتقر إلى مصادر المياه السطحية.
6. أن الرتبة الخامسة بحوض وادي اللولب هي أخطر الرتب في سيولها والذي يبلغ متوسط نسبة التشعب فيها 0.75 وهذا راجع إلى ارتفاع عدد المجاري في الرتب العليا وجميع هذه الرتب تعد خطرة في مناطق المصبات.

7. اغلب أحواض وادي اللولب تكون أقرب إلى الالتواء منها إلى الاستقامة أو الانعطاف، بحسب التقسيم المتفق عليه من قبل الكثير من المختصين، إذ أن نسبة التعرج لمجرى النهر أو الوادي تتراوح ما بين 1–4 وفي ضوء هذه النسبة تُحدد شدة انحناءات المجاري المائية.
8. ظهور نمط التصريف الشجري في منطقة الدراسة يستوجب الاهتمام بموضوع حصاد المياه الامطار للتقليل من الآثار السلبية والاستفادة من المياه المتجمعة في مجالات عديدة، إذ أن نمط التصريف الشجري يظهر في أجزاء عديدة من حوض الوادي لاسيما في أقسامه الجنوبية والغربية، متمثلاً بحوض وادي كعب وحوض وادي العكي، فضلاً عن العديد من التفرعات الثانوية في الجانب الشرقي حوض وادي النوم كذلك يظهر على جانبي المجرى الرئيس.
9. أظهرت نتائج معادلة بيركلي أن حجم الجريان السنوي يحدث في الحوض الرئيس وادي اللولب إذ بلغ 0.425 الف م^3 أما الأحواض الثانوية فقد وتراوحت نتائجها ما بين 0.241 الف م^3 لحوض وادي كعب وتمثل أعلى قيمة للأحواض الثانوية و0.0786م^3 وهي اقل قيمة بالنسبة لحجم الجريان لحوض وادي بوابقيرة، ولهذا يجب استثمار هذا المورد المائي الجيد وغير المستغل ويتضح مما تقدم بأن حجم الجريان السنوي المتوقع لمنطقة الدراسة يتباين من حوض لأخر وفقا لعاملين هما عنصر المطر والخصائص المورفومترية.
10. أن زمن التركيز للحوض الكلي بلغ 43.2 / ساعة في حين سجلت الاحواض الثانوية تباين واضح في قيم زمن التركيز، اذ بلغ أعلى زمن للتركيز في حوض وادي كعب قيمة بلغت 88 ساعة، ويعود السبب في ارتفاع القيمة إلى ارتفاع تضاريس منطقة الحوض مع ارتفاع معدل الانحدار، في حين سجل حوض وادي العكي أدنى قيمة تركيز بلغت 5 / ساعة.

التوصيات:

1. إقامة السدود التعويقية للحد من سرعة الجريان السطحي في مجرى الوادي، والاستفادة منها في ري الأراضي الزراعية، سيما وان الوادي تسقط عليه كميات كبيرة من الامطار في بعض ايام فصل الشتاء مسببة فيضانات استثنائية.

2. استثمار الأراضي الصالحة للزراعة في وسط وأعالي الحوض علماً ان مساحات صغيرة من هذه الأراضي مستثمرة حالياً وبطرق زراعية بسيطة لا تتلاءم مع إمكانيات الحوض الكبيرة.
3. أنشاء محطات قياس المياه في الوادي لغرض تنظيم جريان المياه والاستفادة منها في مجالات الزراعة والاستخدامات البشرية الاخرى.

المصادر والمراجع:

1. .j.f, J. (1980). f Hydrologic Dec reface (1ere parties) Emolument .De surface ET debits Cruse. E Colepoly Technique. Instate Institute De Genuine Rural ,Lausanne.
2. Arther, N. .. (1979). Elements of physical geography . john wily and sons , network .
3. Arther, N. A. (1975). Quantitive analysis of watershed geomorphology. trans maer ceoph,Union.
4. Horton, R. (1945). Erosional Development of Streams , and the Drainage Basins. geol,soc. Amer .Bull.
5. Rohlich, P. (1974). Geological Map of Libya ,Sheet Al-Baydah. Tripoli: Industrial Reseaarch Center ,.
6. أحمد عبد الستار جابر العذاري. (2005). هيدروجيومورفولوجية منطقة الوديان غرب الفرات شمالي الهضبة الغربية العراقية أطروحة دكتوراه غير منشورة كلية الآداب ، جامعة بغداد .
7. أحمد على حسن البيواتي. (1995). حوض وادي العجيج في العراق واستخدامات أشكالة الأرضية.
8. ار- جي كورلي. (1989). حوض التصريف كوحدة جيومورفية أساسية ، كمدخل لدراسة العمليات النهرية. (وفيق حسين الخشاب، المترجمون) مطبعة جامعة بغداد.
9. آرثر ستريلر. (1964). أشكال سطح الأرض دراسة جيومورفولوجية. (وفيق حسين الخشاب، المترجمون)
10. اسحاف صالح العكام. (2016). تقدير مخاطر الجريان السطحي لستة أحواض في الهضبة الغربية. مجلة كلية التربية المجلد (27).

11. جودة حسنين جودة، محمود محمد عاشور. (1991). وسائل التحليل الجيومورفولوجي (المجلد الأولى). القاهرة.
12. حسن رمضان سلامة. (1980). التحليل الجيومورفولوجي للخصائص المورفومترية لأحواض المائية في الأردن. مجلة دراسات الجامعة الأردنية.
13. سعيد حسين علي الحكيم. (1981). هيدرولوجية حوض دجلة في العراق أطروحة دكتوراه غير منشورة كلية الاداب جامعة بغداد .
14. صهيب حسن خضر، زكريا يحيى خلف. (2012). تقدير حجم الجريان المائي السطحي لحوض البارات شمال غرب العراق باستخدام نظم المعلومات الجغرافية. مجلة جامعة تكريت للعلوم الانسانية المجلد (19).
15. عبدالعزيز طريح شرف. (1993). الجغرافيا الطبيعية، أشكال سطح الأرض . الاسكندرية ، مصر
16. عدنان باقر النقاش، مهدي محمد الصحاف. (1989). الجيومورفولوجيا. بغداد: جامعة بغداد.
17. محمد محمود عاشور. (1986). طرق التحليل المورفومتري لشبكات التصريف المائي. حولية كلية الانسانيات والعلوم الاجتماعية.
18. مشعل محمود فياض الجميلي، عدنان باقر النقاش. (2008). جيومورفولوجية الوديان الجافة للهضبة الغربية العراقية. المجلة العراقية لدراسات الصحراء.
19. مهدي محمد الصحاف، كاظم موسى الحسن. (1988). هيدرومورفومترية حوض وادي ديالى. مجلة كلية آداب المستنصرية(16).
20. مهدي محمد الصحاف، كاظم موسى الحسن. (1990). هيدرومورفومترية حوض رافد الخوصر دراسة في الجيمورفولوجيا التطبيقية. مجلة الجمعية الجغرافية العراقية.
21. هالة محمد عبدالرحمن. (2002). جيومورفولوجية حوض وادي العيدي .
22. وفيق حسين الخشاب. (1978). علم الجيومورفولوجيا، تعريفه تطوره مجالاته وتطبيقاته. بغداد: جامعة بغداد.
23. ولم دي ثورنبري. (1975). أسس الجيومورفولوجيا. (وفيق حسن الخشاب، المترجمون) الموصل: دار الكتب للطباعة والنشر، الموصل .

البحيرات المؤقتة في جنوب الجبل الاخضر عقب فيضان سبتمبر 2023
دراسة جيومورفولوجية هيدرولوجية

د. محمود الصديق التواتي
استاذ مشارك بقسم الجغرافيا/ كلية الآداب/ جامعة عمر المختار – البيضاء
Mahmud.altawti@omu.edu.ly

الملخص:

هذا البحث دراسة البحيرات حيث الواقعة في السهول الجنوبية لإقليم الجبل الاخضر، والتي تنشأ عقب حدوث أمطار عالية الشدة حيث تتجمع مياه السيول المنحدرة من أودية السفح الجنوبي للجبل الاخضر وتستقر مياهها في المنخفضات مكونة بحيرات مؤقتة في فصل المطر وتجف في فصل الجفاف. تهدف الدراسة إلى معرفة الخصائص الطبيعية لأهم البحيرات المؤقتة في جنوب الجبل الاخضر عقب فيضان 09 – 11 سبتمبر 2023م، وقياس مساحات وحجوم المياه المتجمعة ومراحل هبوط مناسيب مياهها في بيئة البلط palaya، وذلك من خلال متابعة سلسلة من صور الأقمار الاصطناعية، تتبع الدراسة المنهج الكمي والمنهج الوصفي والاسلوب الكارتوجرافي بالاعتماد على البيانات والمعلومات من صور الأقمار الصناعية لكل من القمر الصناعي الامريكي landsat_8 والقمر الاوروبي Sentinelhub، والخرائط الطبوغرافية والجيولوجية، الاطار الزمني للدراسة من الفترة امتلاء البحيرات خلال الفترة سبتمبر 2023 حتى يناير 2024م، بالإضافة إلى البيانات والمعلومات الميدانية التي جمعت بواسطة جهاز GPS و جهاز الرفع المساحي الثيودوليت الرقمي، لغرض تحديد مناسيب هبوط مياه البحيرات خلال فترة الدراسة، وقراءة الخرائط الطبوغرافية لمقارنة المناسيب، واستطلاع على الخرائط الجيولوجية لمعرفة التكوينات الصخرية، نقلت بعض البيانات والصور إلي بيئة ArcGIS بعد معالجتها وتصحيحها جغرافيا، سوف يتم انشاء قاعدة البيانات الجغرافية لبيئة البلط، كما سوف تحلل بيانات الصور في المنصات المتاحة مثل منصة soar، حساب مقدار الهبوط اليومي لمياه البحيرات بواسطة جهاز الثيوديوليت الرقمي، تضم منطقة الدراسة 49 بحيرة وبركة مجموعة مساحة هذه المسطحات المائية المؤقتة 280 كم^2، تتناول الدراسة اثنى عشرة بحيرة، يقدر حجم المياه المتجمعة حوالي 634 مليون م^3، توصي الدراسة استثمار مياه السيول والفيضانات العابرة إلى السهول الجنوبية وانشاء بحيرات اصطناعية في منطقة المخيلي وانشاء خنادق ذات سعة كبيرة في منطقة المشروع الزراعي.

الكلمات المفتاحية: البحيرات المؤقتة، أحواض التصريف النهرية، عاصفة دانيال، الفاقد المائي.

Temporary lakes in South Jabal Akhdar following the September 2023 flood
Hydrological geomorphological study

Dr. Mahmoud Al-Siddiq Al-Tawati
faculty member in the Geography Department, Omar Al-Mukhtar University, Al-Bayda
Mahmud.altawti@omu.edu.ly

Abstract:

This research is a study of lakes located in the southern plains of the Jabal al-Akhdar region, which arise after high-intensity rains, where torrential waters descending from the valleys of the southern slope of Jabal al-Akhdar collect and their water settles in the depressions, forming temporary lakes in the rainy season and drying up in the dry season. The study aims to know the natural characteristics of the most important temporary lakes in the south of the Green Mountain following the flood of September 09-10, 2023 AD, and to measure the areas and volumes of the collected water and the stages of decline of its water levels in the palaya environment, by following a series of satellite images. The study follows the quantitative and methodological approach. The descriptive and cartographic method based on data and information from satellite images of both the American 8landsat satellite and the European Sentinelhub satellite, and topographical and geological maps, the time frame of the study from the period when the lakes were filled during the period September 2023 until January 2024 AD, in addition to field data and information collected by a GPS device. And the digital theodolite cadastral device, for the purpose of determining the levels of lake water landings during the study period, reading topographic maps to compare levels, and surveying geological maps to find out rock formations. Some data and images were transferred to the ArcGIS environment after processing and correcting them geographically. A geographic database for the environment will be created. It will also analyze image data in available platforms such as the Soar platform, calculate the daily subsidence of lake water using a digital theodolite device. The study area includes 49 lakes and ponds. The total area of these temporary bodies of water is 280 km2. The study deals with twelve lakes, and the volume of collected water is estimated. About 634 million cubic meters. The study recommends investing in torrential waters and floods crossing the southern plains, creating artificial lakes in the Al-Mukhaili area, and constructing large-capacity trenches in the agricultural project area.

Keywords: Temporary lakes, river drainage basins, Storm Daniel, water losses.

مقدمة:

تتكون البحيرات المؤقتة أو كما يطلق عليها البعض البحيرات الموسمية عندما تتجمع مياه السيول والفيضان المنحدرة على السفح الجنوبي للجبل الاخضر، وذلك عقب هطول غزير للأمطار تزيد عما تصرفه عن طريق التبخر أو الرشح أو الجريان، أي أن ظروف بقاء هذه البحيرات مرتبط بالظروف المناخية القائمة ما بين فترات هطول الامطار والتبخر، وربما ترجع نشأت هذه البحيرات لعاملي النحت والاذابة خاصة وانها تكونت على صخور الحجر الجيري أو انها تكونت نتيجة لحركات تكتونية، أو تكون مختلطة، (شاهر آغا، 1978)، والبيئة التي تتجمع فيها مياه هذه البحيرات تسمى محليا بالبلط palay والعقاير، والفرق بينها ان اولى لا تنمو فيها النباتات بينما الثانية تزدهر فيها النباتات، وهي مرحلة متطورة من البلط، (الحنفي و آخرون، 2020)، هذه البحيرات ترتبط بحدوث الفيضانات التي عادة ما تأتي كل 5 سنوات مرة وفي الآونة الاخيرة (التواتي، 2023)، ودراسة (التواتي واكريم، 2023)، دارسة frnlab بين عامي (1974 – 1978)، و Arlab بين عامي (1982 – 1984)، دراسة مشاكل الجريان السطحي في بيئات أحواض أودية المنطقة الوسطى من السفح الجنوبي للجبل الأخضر، (الحنفي وعوض، 2020)، كما ان تشير الدراسات حدوث فيضانات عظمى في غرب حوض البحر المتوسط مرة لكل 300عام ومرة لكل 600 عام (Mariam Zachariah et al, 2023)، وتشير دراسة (C. S´anchez -García, L. Schulte,2023) وضوح فترات تاريخية غنية بحدوث الفيضانات في جنوب شرق اسبانيا.

تعد بيئة البلط نموذج مثالي لحصاد المياه فقد أنشئ في عام 1992 عددا من الخنادق المائية لحجز كميات من المياه المتجمعة في البلط بلغ عددها 23 خندق متوسط سعة الخندق 60 الف متر مكعب.

مشكلة الدراسة:

رغم هطول كميات من الامطار العالية الشدة في فصل الخريف تؤدي إلى حدوث جريان سطحي في أودية السهول الجنوبية للجبل الاخضر، مكونة بحيرات في منطقة البلط،

ألا انها تفقد كميات كبيرة من مياهها في فصل الجفاف، هل من الممكن إدارة المياه المتجمعة في البلط دون ضياعها؟

هدف الدراسة:

1- تقدير حجم المياه المتجمعة من خلال القياس المباشر وتتبع مراحل تراجع البحيرات خلال فترة الدراسة 2024/2023، من خلال صورة الاقمار الصناعية.

2- تقدير حجم الفاقد المائي من خلال تتبع حالات الانحسار وهبوط المناسيب خلال فترة الدراسة.

مبررات اختيار بلطة الرملة:

1- توثيق اقوى فيضان حدث في المنطقة منذ سنين وما نتج عنه من مسطحات مائية لم تصل الي هذا الحجم من مياه السيول.

2- تتصف منطقة الدراسة أنها نموذج مثالي لتتبع حالات الجريان السطح في جنوب الجبل الأخضر، تتبع وتوثيق تفاصيل الجريان السطحي السيول والفيضانات الناتجة من عاصفة دانيال المدمرة.

3- بقاء البحيرات اطول فترة يعطي أهمية للمراعي ويأمن الماء للأبل والماعز والأغنام لأهالي منطقة جنوب الجبل وما حولها.

طرق ومواد البحث:

شملت الدراسة على جانبين: الجانب النظري تمثل في جمع البيانات والدراسات السابقة، الخرائط الطبوغرافية وهي: لوحة المخيلي، لوحة ماجن بشادة، لوحة تناملو، لوحة المقطوعة، لوحة النيان، لوحة مسوس، مقياس رسم 1:50000، والخريطة الجيولوجية لوحة البيضاء ومسوس مقياس رسم 1:250000 لمنطقة الدراسة، الجانب العملي تمثل في جمع وتحليل ومعالجة المرئيات الفضائية sentinel 2، من موقع soar، وانتاج خرائط تغير مساحة البحيرة لها في كل مرحل من تاريخ قبل الفيضان من الفترة 2022/11/27م حتى2023/03/07م. ثم قياسات كمية ونوعية في الحقل، قياس ابعاد البحيرات عمق مياهها بواسطة جهاز الثيوديوليت، وقياس مساحتها اثناء فترة الجفاف بواسطة جهاز GPS وحجم المياه المتجمعة في البحيرة باستخدام برنامج Arcmap 10.8.

خطوات البحث:

1-تم قياس هبوط منسوب البحيرة من الأثر على رديم حفر القنوات بواسطة جهاز الثيوديوليت الرقمي في اربع نقاط مختلفة تمثل مناسيب مختلفة في ارضية البلطة الرملة والتي تعتبر نموذج للقياس لمقارن للتصحيح والمعايرة.

2- تحليل الصور الفضائية لرصد حالة انحسار البحيرات خلال موسم 2024/2023 في موقع Soar، من تاريخ 2023/09/22م حتى 2024/02/01م، واختيار الصورة حسب الوضوح والنسبة المنخفضة من تغطية السحب لكي تسهل عملية حساب المساحة.

3- تقاس المساحات من المرئيات بواسطة مؤشر تحديد المسطح المائي NDSI مؤشر تحديد سطح الثلوج.

4- استخدام برنامج Arcmap 10.8 في جمع البيانات وتحليلها عن طريق برنامج Excel لاستخراج المعدلات والمتوسطات وحساب المساحات والحجوم والفاقد المائي خلال كل فترة.

5- تحديد خطوط شواطئ تراجع البحيرات الرئيسية بحيرة بلطة الرملة، بحيرة بلطة بورقيص، بحيرة بلطة الزلق، بحيرة بلطة محرز، بحيرة بلطة عبد الحفيط، خلال ثلاث فترات للاشهر (سبتمبر 2023، نوفمبر 2023، يناير 2024).

6- استخراج الشبكات المائية المغذية للبحيرات، واستخراج المعاملات المورفومترية وحساب كثافة التصريف النهري.

7- تقدير حجم المياه المتجمعة في في البحيرات وقت امتلائها، واستخراج حجم الجريان من قياس حجم الهطول من صور المعالجة من المركز الاوروبي للتنبوات الاحوال الجوية.

8- قياس هبوط المنسوب البحيرات ميدانيا بواسطة جهاز الثيودوليت الرقمي، وتحديد الفاقد المائي للبحيرات.

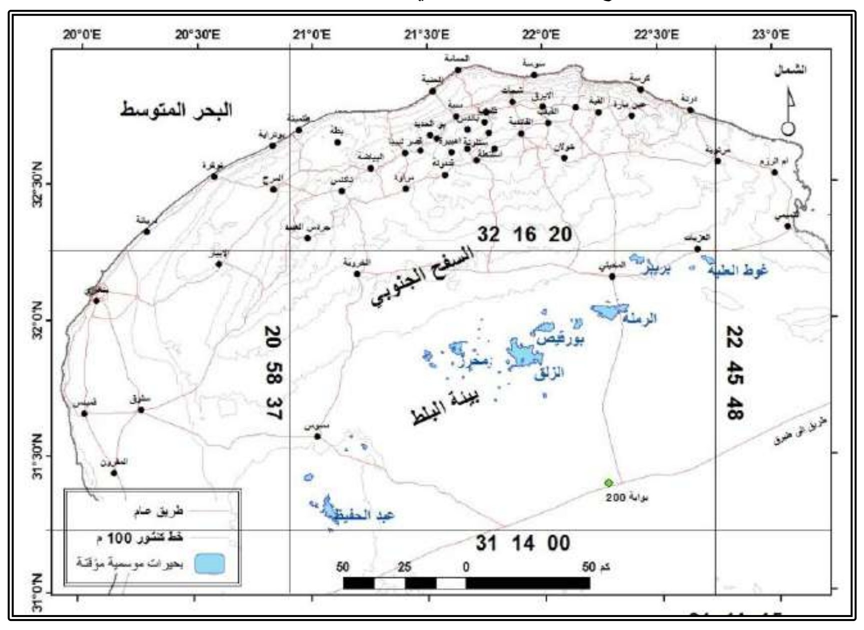
الخصائص الطبيعية لبيئة البلط:

1- بيئة البلط: تمثل بيئة بلطة مصب سيول أودية: وادي الرملة، وادي القوس، وادي بالعطر، وادي الخريف، وادي القرنة، وتناملو، الحليقيمة، الحمامة، سمالوس الخروبة، عدوان، مسوس، القود وبعض الفروع البينية، لذلك تعد بيئة البلط الحدود الجغرافية الفاصلة بين

المؤثرات المناخية للصحراء الكبرى من ناحية والمؤثرات المناخية والمائية للجبل الأخضر من ناحية أخرى. وعليه فإن البلط بشكل عام يلعب دوراً بيئياً محلياً مهماً وفاعلاً في الاراضي المحيطة به؛ يتمثل في التخفيف من شدة المؤثرات الصحراوية عند تحولها لمسطحات مائية مؤقتة قد تدوم في بعض المواسم لأكثر من ستة أشهر، كحال بلطة الرملة و بلطة بورقيص وبلطة الزلق وبلطة عبد الحفيظ (غازي، 2020).

2- موقع منطقة الدراسة: تقع منطقة البلط في جنوب الجبل الاخضر، يحدها من الشمال منطقة السروال نطاق مجاري الاودية في السهول الجنوبية وتسمى محليا بالسلوك، ومن الجنوب الدفة النطاق الشمالي من اقليم الصحراء الكبرى، ومن الشرق منطقة التميمي، ومن الغرب منطقة مسوس، فلكيا تقع منطقة الدراسة بين دائرتي عرض ´´31°14´00 و ´´32°16´20، وبين خطي طول ´´20°58´37 و ´´22°45´48.

شكل (1) موقع البحيرات المؤقتة في بيئة البلط جنوب الجبل الاخضر.



3- التكوينات الجيولوجية: تغطي منطقة الدراسة صخور ترجع للعصرين الجيولوجيين الكريتاسي والميوسين الاعلى وهي تتدرج من الاسفل إلى الاعلى صخور العصر الميوسيني تكوين الفايدية طبقات من صخور جيرية ومارلية وصخور طينية، وتنكشف صخور العصر




الكريتاسي تكوين المجاهير طبقات من صخور الحجر الجيري، والحجر الجيري الدولوميتي، إلى دولوميت، والحجر الجيري المارلي والمارل، أما رواسب الزمن الجيولوجي الرابع تتمثل في فرشات الطين والسلت في ارضية البلط والعقاير والسلوك، وتكون مختلطة مع الحصى والحصباء في مجاري الاودية، وعقب الفيضان تم طرح الحصى متوسط الحجم القريب من الاستدارة، في بطون الاودية خاصة في منطقة السروال.

صورة (1) الجهة الشرقية من الخندق الجديد الأول في بلطة الرملة الشرقية يظهر في أرضية الخندق صخر جيري مارني تكوين الفائدية.



المصدر: الدراسة الميدانية بتاريخ 2013/11/14م.

4- أهم المظاهر الجيومورفولوجية في بيئة البلط:

أ- **مجاري الأودية**: تعد مجاري الأودية من أهم وأكثر الأشكال الجيومورفولوجية شيوعاً في حوض بلطة الرملة، وتصنف المجاري حسب المرحلة الي نوعين مجاري حوض النحت التي يسود فيها عمليات النحت المختلفة وتبرز فيه جوانب الأودية والحافات، ونوع اخر مجاري متشعبة في حوض الأرساب حيت تسود فيه عمليات ترسيب المواد المنقولة من حوض النحت، منها سلك بو عسكر ووادي الجداري الذي يصب بلطة عبد الحفيظ.

ب- **المروحة الإرسابية**: وهي اشكال من رواسب من الطمي والحصى يلقى بها مجرى مائي سريع التيار (السيل) عندما يدخل سهلاً أو وادي مفتوح تسمى محليا بالسلك نسبةً

للشكل الذي تتخذه، كما في مروحة الارسابية لوادي الرملة ووادي القوس ووادي الخريف والقرنة، وتتميز هذه المراوح بأنها مستطيلة مكونة من مجاري تسمى محليا بالسلوك وغالبا ما تكون مجاري تنتهي مياهها في البلطة.

ج- **السهل الفيضي**: وهو سهل فسيح تجري فيه مياه السيول المنحدرة من حوض النحت، تنتشر فيه الرواسب الطمية وتشكل مصاطب الأرساب على جوانب تلك المجاري.

د- **التلال الحجرية**: وتسمى محليا بظهور الحجر، وهي تلال منخفضة وتكون متصلة من الحجر الجيري، وتطورت نتيجة لانخفاض السطح نتيجة لعوامل التعرية والتجوية تظهر بوضوح خاصة بالقرب من البحيرات، يغطي سطحها حجارة انفصلت من السطح حجمها من الصغير والمتوسط.

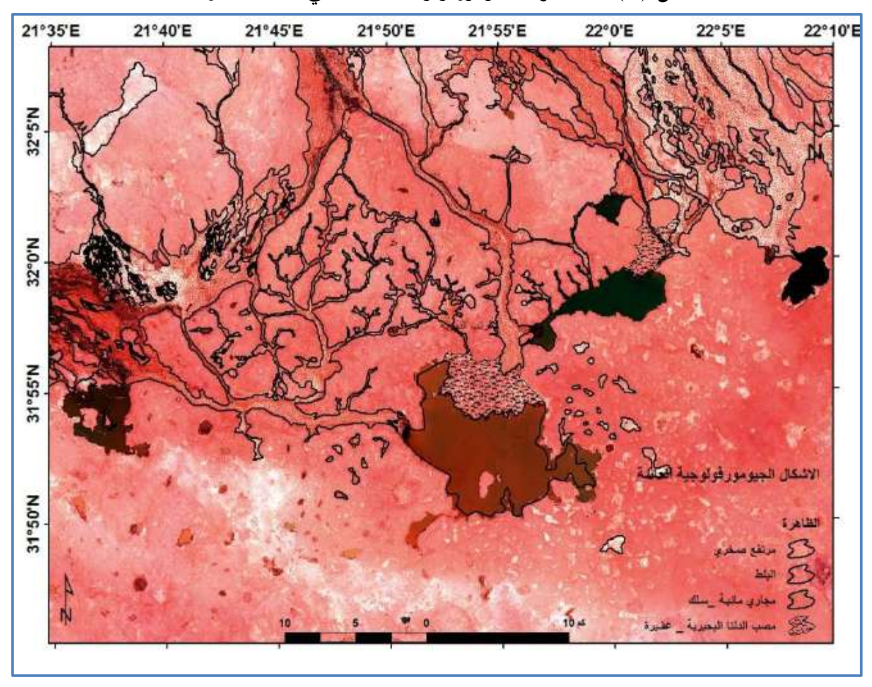
هـ- **البلط**: هي أرض منبسطة سهلية محاطة عادة من الجهات الجنوبية بتلال جبلية تمنع المياه من الاستمرار في الجريان ، حيث تتكون في البلط بحيرات مائية موقتة تترسب فيها المواد الناعمة من سلت وطين ومعلقات الغروية والأملاح، مما يكون أرضية ناعمة جداً من تلك الرواسب، (الحنفي ، 2020).

و- **البحيرات المؤقتة** : هي مياه تتجمع من سيول والجريانات السطحية المحيطة بالبلطة لتشكل بعد املائها مسطحات مائية مؤقتة، تجف مياهها في فصل الجفاف. الصورة (2)، عقب حدوث الامطار العالية الشدة تحدث جريانات مهمة تتجمع المياه في المنخفضات التي ترتبط بوجود مياه السيول، تظل على هيأة مسطحات تتباين في مساحاتها وحجوم مياهها، وفي فصل الجفاف تفقد كميات كبيرة بسبب الرشح والتبخر.

ز- **السهول الصخرية**: ارض صخرية مغطاة بالحجارة وتشكل في بعض الاحيان تلال شبه منفصلة عادة ما تشكل حدود البلط .

ح- **الخنادق المائية**: وتسمى محلياً (القضوض)، وهي قنوات طولية للتخزين السطحي المؤقت، حفرت في ارضية البلطة منذ التسعينيات القرن الماضي (الخندق الشمالي والجنوبي)، وتم حفر الخنادق الاخرى بين عامي 2013 و2014، متوسط سعة كل خندق 60 الف متر مكعب، وتساهم في تامين الموارد المائية للإنعام في بيئة تشهد شحا عظيم، شكل (2)، صورة (2).

شكل (2) المظاهر الجيومورفولوجية العامة في منطقة الدراسة.



المصدر: الدراسة الميدانية، 2023.

الصورة (2) الخندق الجنوبي في ارضية بلطة الرملة الغربية.



المصدر: الدراسة الميدانية، يوم الجمعة، 09 يونيو 2023.

5- أحواض بحيرات منطقة الدراسة:

قسمت الدراسة جيومورفولوجيا وهيدرولوجيا إلى خمس أحواض تجميعية حسب نظام التصريف لكل بحيرة، ويدل المظاهر العام لهذه الأحواض على سيطرة العام الطبواغرافي والانحدار العام على توجه هذه المجاري لتستقر في نهاية مطافها حسب شدة الجريان إلى هذه البحيرات، ويمكن تقسيم هذه الاحواض هيدرولوجيا إلى خمس مجموعات وهي كالآتي:-

أ- أحواض بحيرة بلطة الزلق : تضم مجموعتان: الأولى مجموعة من الاودية (الثعبان – تناملو – حليقيمة – الحمامة) التي تنحدر جنوبا عبر مجاري فسيحة تسمى محليا بالسلوك منها وادي المعقنة من الشمال وسلك بشادة من الشرق وتصب في بلطة بورقيص، والفائض من البحيرة تنحدر عبر ممر غربا إلى بلطة الزلق، والمجموعة الثانية أحواض تصريف (الحمامة - سمالوس – شبيكة – المقطوعة – الوديان – بوخضراء)، حيث تصب مياه وادي الحمامة مباشرة إلى بحيرة الزلق عبر مجرى سلك الكوير، واودية نفات الجفات وبصور والوديان وشبيكة إلى سلك بوعسكر الذي يصل بين بحيرة محرز في الغرب وبحيرة الزلق في الغرب بطول 20 كم، ويسع الاخير في بعض الاماكن إلى اكثر من 1000 متر، أما وادي سمالوس يصب في بحيرة بلطة محرز والفائض يتجه شرقا إلى سلك بو عسكر.

ب- أحواض تصب في بلطة عبد الحفيظ: وتضم مجموعتين، مجموعة تصب بحيرة بلطة الملز وهي (الخروبة – عدوان – المذرب)، ومجموعة أحواض شمال بلطة عبد الحفيظ هي (وادي مسوس – القود). مياه هذه الاودية جمعيا تصب في بلطة عبد الحفيظ الواقعة في اقصى جنوب غرب الجبل الاخضر.

ج- أحواض بحيرة بلطة الرملة: تنحدر مياه اودية حوض بحيرة الرملة من قمة سيدي محمد الحمري من منسوب 881 م فوق منسوب سطح البحر، تسيل الاودية الفرعية في وادي المحجة الرافد الاعلى للرملة، ويتجه شرقا ليلتقي مع وادي الفارغ في وادي رئيس في منطقة خولان ويرفد إليه مجموعة من الاودية اهمها وادي اسراطين ووادي الهيرة، وتنحدر من منسوب ارتفاع 740م اسفل وادي المحجة اودية (القوس، وبالعطر، والخريف والقرنة)، كل هذ الاودية تفرغ ما تحمل من حصى وطين ورمل في السهل الجنوبي عبر مجاري رئيسية اهمها سلك الحريقة وسلك الحكيم وسلك القرنة التي تنتهي مع مجاري اخرى في بلطة الرملة عند منسوب ارتفاع 137م، والكل يقع ضمن مساحة 1837كم^2، بمحيط 261 كم، هذه المنظومة

اودية التصريف تنحدر بمعدل عام 0.008 اي ينحدر السطح 80 سم لكل 1000 متر، وتوجد بعض الاودية البينية منها وادي احنيش واحضيض غرب منطقة المخيلي، وجميعها تنتهي إلى بحيرة بلطة الرملة.

د- حوض بحيرة بريبر : وتضم حوض وادي الملم وحوض وادي النواميس.

هـ- أحواض البحيرات البينية: وهي احواض صغيرة تصب مقارنة بالأحواض المائية التي حولها وتصب مياهها في بحيرات صغيرة نسبيا مثل بحيرة بلطة وادي الغبي.

الخصائص المورفومترية لأحواض التصريف المغذية للبحيرات المؤقتة:

يستخدم التحليل المورفومتري لتفسير الخصائص الشكلية والهندسية لسطح الأرض التي تشكله شبكات التصريف النهري، ويعتمد التحليل المورفومتري على قياس عناصر الارضية من الخرائط والمرئيات الفضائية، وبعض الطرق الحسابية والاحصائية، وفق هورتن وشترهلر وشوم، تتباين الخصائص الهندسية لأحواض التصريف في الوحدات المساحية المرتبطة بالبحيرات، وهي الوحدات تدخلها كمية من الطاقة متمثلة في كمية التساقط واشعة الشمس، ثم تخرج منه كتصريف نهري وحمولة نهرية، يمكن القول عنها انها تضافر بين الشكل والعملية في اطار كمي، يوضح جدول (1) و (2) بعض الخصائص المورفومترية لأحواض البحيرات المؤقتة، والتي قيست من خريطة شبكة التصريف، ومن الدراسة يتضح أهم الخصائص المورفومترية لأحواض البحيرات، بلغت مساحة منطقة 11,219 كم، تضم 6 أحواض تصريف واحواض بينية، بلغ عدد مجموع مجاري الاودية 47876 مجرى بمجموع أطوال بلغ 50067 كم، نظرا لما تستقبله الاودية من كميات هطول وما يترتب عليه من حدوث سيول وفيضانات وحسب حالة الهطول العالي الشدة يكون التصريف عالي بالتالي تكون فرص بقاء البحيرات اطول، كما بلغت نسبة التصريف 4.4 وبحسب تصنيف شوم 1956 انها متوسطة.

المقطع الطبوغرافي للبحيرات: تختلف مناسيب ارتفاع البحيرات المؤقتة في جنوب الجبل الاخضر، فهي محصورة بين منسبي ارتفاع (214 م – 55م) في بحيرتي بلطة بريبر في الشرق وبحيرة بلطة عبد الحفيظ في الغرب، كما ان منسوب بحيرة الزلق ادني من بحيرتي بورقيص ومحزر اللتيتن تصبات فيها بفارق 26م و14م على التوالي. (شكل رقم 4).

جدول (1) خصائص الهندسية لأحواض التصريف المغذية للبحيرات المؤقتة.

حوض بحيرة		المساحة (كم ^{2})	المحيط (كم)	الطول (كم)	العرض (كم)	اعلى نقطة (م)	اخفض نقطة (م)
الزلق	محرز – الزلق	3504	346	82	42.7	759	131
	بورقيص – الزلق	2108	254	77	25.7	791	142
عبد الحفيظ	الملز – عبد الحفيظ	2628	265	67	39.2	669	91
	عبد الحفيظ	2411	298	81	29.8	639	54
الرملة		1978	233	82	24.1	881	137
بريبر		463	115	34	13.6	460	216
وادي الغبي		391	118	33	11.8	295	155
المجموع		**13483**	**1629**	**456**	**186.9**	**4494**	**926**
المتوسط		1926.1	232.7	65.1	26.7	642	132

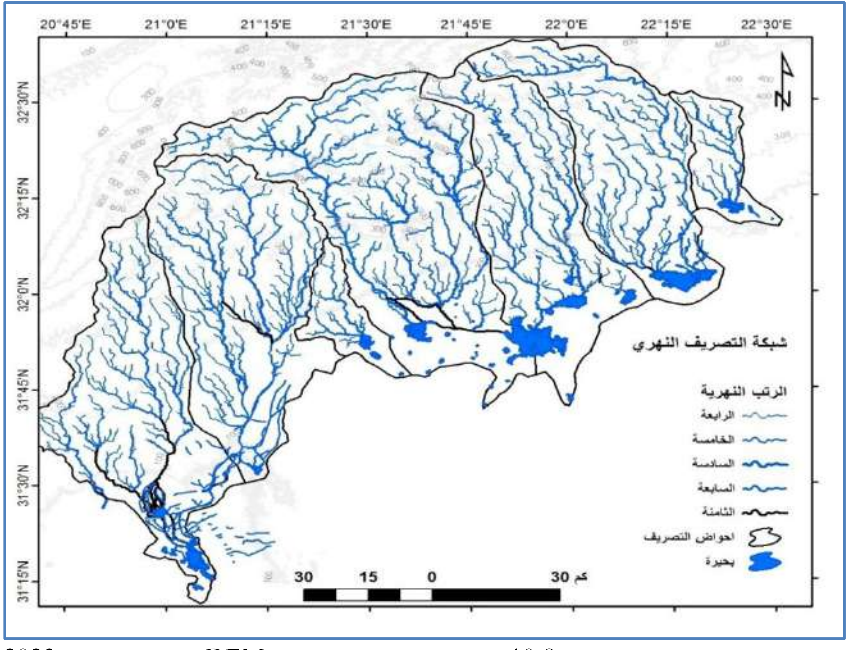
المصدر: الدراسة الميدانية، 2023، تحليل الخرائط والطبوغرافية والمرئيات الفضائية، اشتقاق البيانات من نموذج الارتفاع الرقمي DEM، باستخدام برامج Arcmap 10.8.

جدول (2) خصائص الشبكة النهرية لأحواض التصريف المغذية للبحيرات المؤقتة.

حوض بلطة	المساحة	[illegible]	1	2	3	4	5	6	7	المجموع	[illegible]
المجموعة الأولى	3504	العدد	13010	4557	727	230	85	35	2	18646	6.5
محرز – الزلق		الطول	8785	3365	1602	874	519	647	77	15869	
المجموعة الثانية	2628	العدد	9638	1065	401	123	11	4	1	11243	5.2
الملز – عبد الحفيظ		الطول	14742	2530	1228	370	165	72	14	19121	
المجموعة الثالثة	1978	العدد	6107	2126	286	71	19	4	1	8614	4.7
الرملة		الطول	3596	1580	758	425	254	320	35	6968	
المجموعة الرابعة	1979	العدد	4987	2307	514	90	24	5	1	7928	4.5
بورقيص – الزلق		الطول	3491	1615	774	371	265	141	34	6691	
المجموعة الخامسة	463	العدد	1137	204	78	19	6	1		1445	0.8
بريبر		الطول	796	305	155	88	47	27		1418	
المجموع	**13482**	العدد	**34879**	**10259**	**2006**	**533**	**145**	**49**	**5**	**47876**	**4.4**
	–	الطول	**31410**	**9395**	**4517**	**2128**	**1250**	**1207**	**160**	**50067**	–

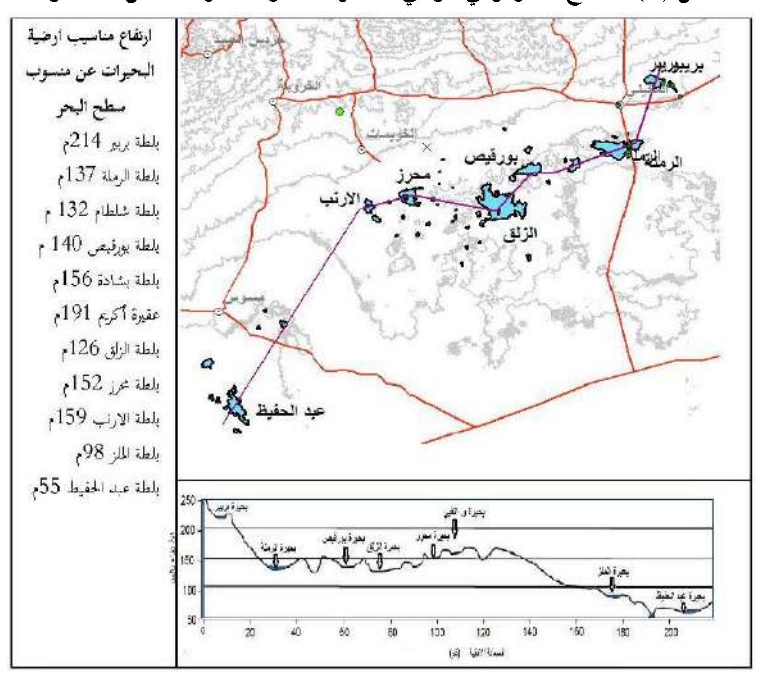
المصدر: الدراسة الميدانية، باستخدام برامج arcmap 10.8، واشتقاق البيانات من DEM والخرائط الطبوغرافية، 2023.

شكل (3) احواض التصريف المغذية للبحيرات المؤقتة.



المصدر: الدراسة الميدانية، باستخدام برامج arcmap 10.8، واشتقاق البيانات من DEM والخرائط الطبوغرافية، 2023.

شكل (4) المقطع الطبوغرافي عرضي للبحيرات المؤقتة جنوب الجبل الاخضر.



مناقشة النتائج:

1- الفيضانات Floods : يحدث فيضان الوادي عندما يسقط المطر بغزارة لساعات طويلة، فتسيل مياه الاودية في حركة تدريجية، ويرتفع منسوب المياه إلى أعلى إلى أن تصل إلى ضفتي الوادي، وتفيض المياه فوق الأرض على الجانبين وهناك بعض الأودية أكثر خطورة حيث ترتفع وتفيض فجأة وبسرعة فوق الأرض، وهذا يحدث غالباً في المناطق الجبلية، وعندما تصل هذه السول السهول المفتوحة عبر ممرات ضيقة تنتشر مياهها على هيأة مجاري متقاطعة في سهل فيضي فملأ المنخفضات لتكون برك وبحيرات كما هو الحال في منطقة الدراسة.

2- نظام تصريف المجاري في بيئة البلط: تسري مياه السيول والفيضانات في اودية فسيحة يصل عرضها الي 1000 متر كما في سلك بو عسكر في حوض بحيرة الزلق وحوالي 500 في سلك الحريقة وسلك حكيم في حوض الرملة وسلك بو عسكر كما في حوض الزلق، وهذه السلوك هي انظمة تجميعية للمياه السيول تطورت نتيجة لعامل الانحدار والطبوغرافيا، (الحنفي، 2020)، كما انها تقوم بتوزيع المياه على المنخفضات بنظام الغمر والفائض ينحدر الي منخفضات اقل منسوبا.

3- كميات الامطار وعلاقتها بالجريان المغذي للبحيرات: إن عملية الجريان السطحي يرتبط بكميات الهطول من خلال متابعة محطات الرصد ليلة عاصفة دانيال 2023، حيث تباينت القراءات في المحطات الرصد بسبب التقصير في تدون البيانات من ناحية، وعدم وجود محطات رصد مناخي في جنوب اقليم الجبل الاخضر من ناحية اخرى، بيانات محطة البيضاء 414 ملم ومحطة درنة 200 ملم ومحطة الابرق 170 ملم، جدول (3)، اعطت مؤشرا يبدو حقيقا لكميات الامطار في المنابع العليا للأحواض منطقة الدراسة، ولو اخذنا متوسط الكميات 260 ملم، وهذا المعدل يعادل هطول سنة كاملة، وكفيل بحدوث جريان عالي الشدة، كما ان اثر هذه الفيضانات على الطرق والسدود والعبارة واضح التدمير، ووفقا لشهود العيان ان انهيار عبارة وادي الرملة في المخيلي كان عند الساعة 03:00 صباح الاحد وهو يوافق زمن انهيار السدين في درنة، أي ان ذرة الهطول كانت متوافقة في الزمن والأثر.




4- تقدير كميات مياه البحيرات المؤقتة: تتباين مساحات البحيرات ذكرت سابقا، وحسب موقعها فهي تبعد عند مخارج الاودية (حوض النحت) بين 10 – 30 كم، أي ان مياه السيول العابرة تقطع مسافات طويلة لتستقر في النهاية في احدى البحيرات.

جدول (3) كميات الأمطار يوم العاصفة المسجلة في بعض محطات الجبل الاخضر.

اسم المحطة	الكمية (ملم)	إسم المحطة	الكمية (ملم)
درنة الأرصاد	209.0	جامعة عمر المختار البيضاء	414.1
مطار الأبرق	170.0	بحوث الصفصاف شحات	200.0

المصدر: مصلحة الارصاد الجوية طرابلس، 2023.

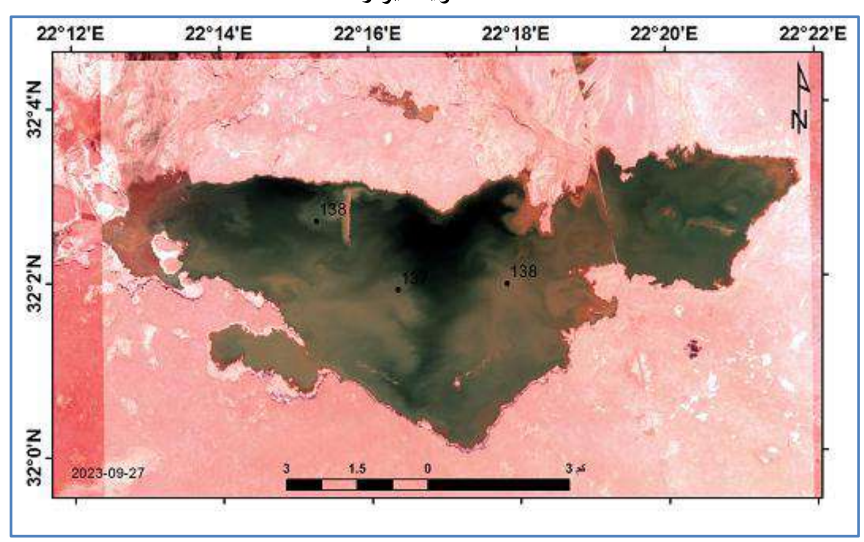
5- تقدير حجم مياه السيول في البحيرات: يمكن تقدير كميات المياه المتجمعة البحيرات عن طريق جمع البيانات من الصور الاقمار الاصطناعية والخرائط الطبوغرافية وقياس هبوط مناسيب مياهها ميدانيا، في 26 نوفمبر 2022 تم قياس منسوب اخفض نقطة في ارضية بلطة الرملة (التواتي، اكريم، 2023)، والتي بلغت 154 سم عن منسوب السدرتين اللتين تقعان على الشاطئ الغربي لبلطة الرملة الغربية، ومنسوبهما عن الشواطئ الحديثة بلغ 134 سم، بالتالي يكون عمق البحيرة حوالي 3 امتار، الصورة (3)، كما ان كبر وصغر مساحة البحيرة يعطي دلائل على ضحلة وعمق البحيرة، ومعلومية عمق البحيرة ومساحة مسطحها المائي يمكن تحديد الحجم المياه المتجمعة، اكبر كمية كانت في بحيرة الزلق باعتبارها مستجمع حوضي بحيرة محرز وبورقيص، فهي تستوعب نحو 252 مليون متر مكعب، ثم بحيرة بلطة الرملة 142 مليون متر مكعب، يقدر مجموع المياه المستجمع في البحيرات عقب عاصفة دانيال نحو 634 مليون متر مكعب، جدول (4).

الصورة (3) تقدير عمق مياه البحيرات، عند الجانب الشرقي من الخندق الجنوبي الجديد الثالث، النقطة السابقة لتحديد ارتفاع مياه البحيرة عقب فيضان سبتمبر 2023م.



المصدر: (التواتي و اكريم، 2023).

صورة فضائية، مساحة المسطح المائي 47.5 كم، وبما أن متوسط الارتفاع 3 أمتار الخنادق الجنوبية غير واضحة.



جدول (4) ابعاد وحجوم مياه البحيرات المؤقتة في جنوب الجبل الأخضر عقب عاصفة دانيال.

البحيرة	المساحة كم²	المحيط (كم)	الطول (كم)	العرض (كم)	العمق (م)	الحجم (م³)
بلطة الزلق	84	100	13.7	7.6	3	252
بلطة الرملة	47	63.3	15.5	6	3	141
بلطة عبد الحفيظ	28	64.7	12.2	3.91	2	56
بلطة بورقيص	21	37.9	7.4	3.9	3	63
بلطة محرز	18	46.5	5.8	4.99	3	54
بريبر	13	20.8	4.68	3.65	2	26
بلطة شلطام	8	15.9	3.8	3	2	16
بلطة وادي الغبي	7	23.6	3.45	3.47.	2	14
بلطة الملز -1	3	8.39	2.18	1.6	2	6
بشادة	3	8.3	2.27	1.53	2	6
المجموع	**232**	**390**	**70.9**	**36.2**	**24**	**634**

المصدر: الدراسة الميدانية، باستخدام برامج arcmap 10.8 ، واشتقاق البيانات من موقع soar، 2023/09/22.

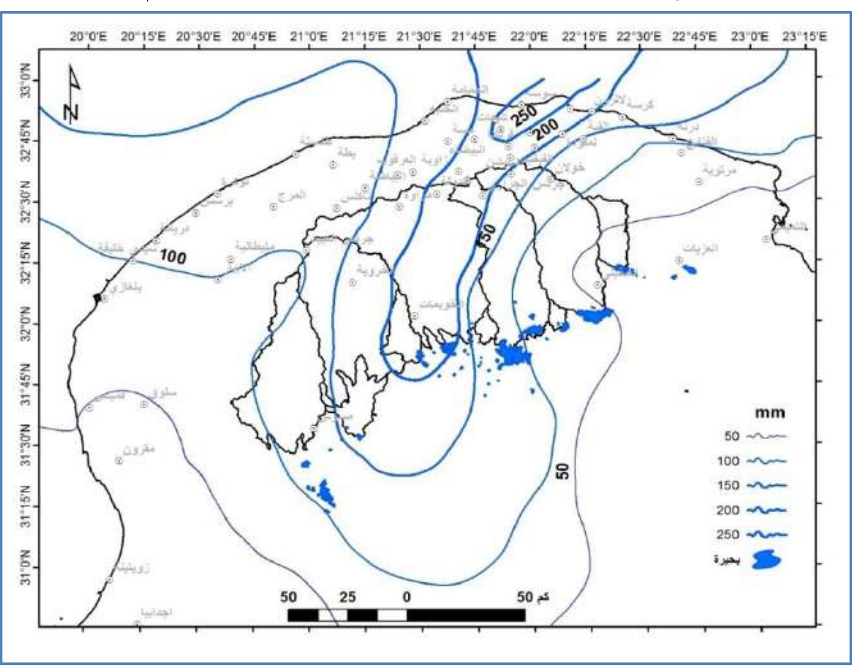
6- حساب حجم الجريان من خطوط تساوي المطر للعاصفة: تم جمع البيانات والمعلومات من موقع المركز الأوروبي للتنبؤات الجوية المتوسطة المدى ECMWF is the European Centre for Medium-Range Weather Forecasts ، الذي يعتمد على تحليل المرئيات الفضائية شكل (5)، ونجد البيانات جدول (5) لا تتفق الي حد ماه مع توزيع مياه الجريان السطحي المتجمعة في البحيرات كما في جدول السابق (4)، نظرا لصعوبة تقدير معامل الجريان، بالتالي اعتمدت المعامل وفق دراسات فرنلاب وايرلاب.

جدول (5) يوضح توزيع كميات الامطار يوم العاصفة.

البحيرة بلطة	المساحة القطاع (كم^2)	كمية الهطول (ملم)	الحجم الهطول (مليون م^3)	حجم الجريان (30%)	حجم المياه في البحيرة (مليون م3)
بريير	289.44	200	57.89	17.37	20.1
	90.17	100	9.02	2.71	
الرملة	1128.00	200	225.60	67.68	93.6
	402.89	100	40.29	12.09	
	306.36	150	45.95	13.79	
بورقيص	1244.40	200	248.88	74.66	97.8
	75.40	150	11.31	3.39	
	437.66	150	65.65	19.70	
الزلق	2051.44	150	307.72	92.32	129.4
	432.58	200	86.52	25.96	
	371.61	100	37.16	11.15	
الزغاريت – النعيمي	1248.81	100	124.88	37.46	51
	902.67	50	45.13	13.54	
عبد الحفيظ	1367.04	50	68.35	20.51	32.4
	122.41	100	12.24	3.67	
	274.00	100	27.40	8.22	
شلطام	78.07	100	7.81	2.34	4.7
الارنب	202.15	150	30.32	9.10	13.7
	101.22	150	15.18	4.55	
المجموع	13482	-	1467.3	440.2	442.55

المصدر: صورة رقمية المركز الاوروبي للتنبوءات EZMW ، ومعالجتها في برنامج ARCMAP ، 2023.

شكل (5) خطوط المطر ليلة العاصفة 10 – 11 سبتمبر 2023م.



المصدر: صورة رقمية المركز الاوروبي للتنبوءات EZMW ، ومعالجتها في برنامج ARCMAP ، 2023.

7– حساب معامل الجريان: أثر حدوث عاصفة دانيال التي عبرت اجواء منطقة الدراسة، وما نتج عنها من هطول غزير للأمطار خاصة في قطاعات الوسطى والشرقية من أحواض منطقة الدراسة، حيث بلغ الهاطل المطري 1467 مليون متر مكعب، على مساحة المنطقة البالغة 13482 كم مربع، بالتالي يكون ارتفاع الامطار على كامل حوض المنطقة 108 ملم، وفقا لقراءة حركة السيول من صور الأقمار الصناعية ان مياهها انتقلت من الاحواض العليا ثم عبر الاودية في السهول الجنوبية ثم تجمعت في المنخفضات في السهول الجنوبية (منطقة البلط) وتشكل بحيرات مؤقتة بلغ مجموع مساحاتها المتجمعة 280 كم مربع، تبين من خلالها الانحسار السريع للمياه بسبب ضحالة المياه المتجمعة والرشح في النطاق الصخري (الشواطئ البحيرات) من ناحية والتأثير الخارجي من الرياح الجافة والرشح والتبخر من ناحية أخرى، بلغ ارتفاع عمود المياه 3 امتار، بذلك كان حجم المياه المتجمعة 634 مليون م^3 وهي تمثل 43% من كميات الهطول.

8- الفقد المائي للبحيرات: تعرضت مياه البحيرات للفقد السريع خلال فترة امتلائها وذلك يرجع لموقعها الجغرافي فهي تقع في بيئة جافة ومر عليها صيف حار جاف من ناحية، وقابلية امتصاص الطين والسلت للماء بنسبة لا تقل عن 90 % (الحنفي، التواتي، 2015)، ومن خلال جدول (4)، وفق القياس الميداني لهبوط المنسوب في البحيرات تبين ان معدل الهبوط العام لمياه البحيرات حوالي 2 سم/اليوم، كما ان بعض البحيرة جفت في وقت قصير بفعل توجيه الرياح الشمالية نحو المنخفضات والمجاري الجنوبية كما هو الحال في بلطة نيقاز جنوب مسوس التي جفت في اقل من شهر وزحزحت مياهها نحو بلطة عبد الحفيظ.

جدول (4) مقدار هبوط منسوب البحيرات منذ امتلائها حتى فترة تاريخ القياس.

م	البحيرة	التاريخ	مقدار الهبوط عن المنسوب الاعلى (سم)	عدد الايام (يوم)	مقدار الهبوط اليومي سم/يوم
1	بورقيص	2023/09/17	110	69	1.59
3	محرز	2023/09/17	128	69	1.86
6	عقيرة اكريم	2023/09/17	141	69	2.04
7	الرملة	2023/12/01	134	82	1.63
8	بريبر	2023/12/01	142	82	1.73
10	الزلق	2023/12/02	174	83	2.09
	عبد الحفيظ	2024/01/12	188	124	1.52
المجموع			**1017**	**578**	**12.46**
المتوسط			**145.3**	**82.6**	**1.8**

المصدر: الدراسة الميدانية، تقدير عمق البحيرات بناءا على قياس سابق في بلطة الرملة، 2023.

الخلاصة :

1- تتباين مساحات الاحواض التجميعية المغذية للبحيرات في منطقة الدراسة حيث تعكس كميات الهطول الساقطة في الأحواض ما ينتج عنها سيول وفيضانات استغرقت مياهها في بيئة البلط مكونة بحيرات مؤقتة، وحاليا في الموسم الحالي 2024/2023 بلغ حجم المياه المتجمعة 634 مليون متر مكعب، بينما تقدر الكمية المحسوبة من كميات الهطول حوالي 1.5 مليار متر مكعب.

2- تتعدد الاشكال الجيومورفولوجية في منطقة الدراسة، وتلعب التعرية المائية دورا اساسيا في معظم مظاهر سطح الارض. كما ان العامل الحيوي توزيع النبات الطبيعي المتمثل في الاشجار والشجيرات تعمل على تكوين الاكمات والمصاطب، وتنتشر بشكل كثيف عند مصبات البحيرات.

3- يتربط وجود المنخفضات الحاوية للبحيرات ارتباطا وثيقا بمياه السيول والفيضانات، فهي المستودع النهائي تلك المياه ، وتشكل التلال الصخرية هينة الارتفاع حدود طبيعية.

4- عادة ما تنقل السيول والفيضانات بواسطة التيار المائي من الرواسب ناعمة ومواد عضوية ونفايات حضرية والحيوانات النافقة وتلقى بها على ضفاف تلك البحيرات.

5- تعد بحيرة بلطة الزلق أكبر البحيرات مساحة حيث بلغت 84 كم^2، واصغر البحيرات بحيرة بلطة الارنب 7.2 كم^2.

6- من اسباب الفقد السريع ان مياه البحيرة بسبب الرشح العالي في الشواطئ الخلفية التي تكونت حديثا نتيجة لضغط المياه للمناطق الضعف في ارضية الارضي المغمورة، وما نتج عنها من تكون حفر كارستية ساهمت في الرشح السريع. كما ان العامل المناخي المتمثل في توجيه الرياح مياه البحيرة نحو الاراضي الجافة داخل نطاق البلطة، مما تفقد كميات كبيرة من المياه بواسطة الرشح والتبخر.

الخاتمة :

إن البحيرات المؤقتة الواقعة في السهول الجنوب ن اقليم الجبل الاخضر يمكن أن يكون لها دور حيوي فيما لو امكن التحكم في سلوك المياه المتجمعة فيها، وذلك بإنشاء منظومة من الخنادق والمسطحات المائية الدائمة حسب ما اوصت به دراسة الحنفي وآخرون، والعمل على تهيأت الظروف المناسب في الحفاظ على المياه المتجمعة اطول فترة ممكن من خلال تصاميم هندسية تحد من تأثير التيارات الهواء الجاف (القبلي)، واقامة محميات طبيعية في الشمالية من البلطة في السهل الجنوبي لمنطقة المخيلي، لذا يتطلب على القائمين في أدارة الموارد المائية في إقليم الجبل الأخضر استغلال هذا المورد الحيوي الهام بكل السبل المتاحة لكي يتمتع المجتمع الرعوي بحياة أفضل في بيئة اشد قسوة.

التوصيات:

- لابد من دعم الدراسات الميدانية البحثية في مجال حصاد المياه في البيئات الجافة وشبه الجافة في جنوب الجبل الأخضر، وذلك لما لها من اهمية استراتيجية للاقتصاد المحلي حاليا وفي المستقبل، ومن الواجب العمل على توجيه وتنمية الاستثمار الزراعي في جنوب الجبل الاخضر قدر الامكان لتخفيف الضغط على النظام البيئي في غابة الجبل في الشمال والذي ازداد في الفترات الاخيرة بشكل مفزع.
- إن أنشاء قاعدة بيانات ومعلومات جغرافية تساهم في خلق رؤى اساسية حول الادارة المتكاملة للموارد المائية السطحية في ليبيا.
- إن أنشاء البحيرات والخنادق الاصطناعية بالقرب من التجمعات السكانية والمناطق الحيوية الواقعة في السهول الخصبة تساهم في تحسين البيئة الطبيعية خاصة في فصل الجفاف. وتساعد على زيادة القدرة الانتاجية للمراعي والاستفادة منها في الرعي التكميلي للأراضي الزراعية.

شكر وتقدير:

كل الشكر والتقدير من ساهم معنا في انجاح هذا البحث وهو نتاج من سلسلة من الدراسات برفقة الاستاذ فرج مازق، كما أشكر النقيب مصباح آمر كتيبة 682 مشاة – اسلنطة، وافراد الجيش الليبي على تأمين وسيلة الوصلات، وأهالي منطقة المخيلي على كرم الضيافة اخص بالذكر الاخ مجدي المنبي.

المصادر والمراجع:

- التواتي، محمود الصديق، (2019)، الخصائص المورفومترية لأودية حوض بلطة الرملة في جنوب الجبل الأخضر، باستخدام تقنيات GIS، المؤتمر الجغرافي الخامس عشر، منشورات جامعة سرت، سرت، ليبيا.

- التواتي، محمود الصديق، المبروك، عطية أكريم، (2023)، تراجع مساحة بحيرة بلطة الرملة الموسمية عقب فيضان 27 سبتمبر 2018م، كتاب بحوث المؤتمر الجغرافي السابع عشر، المجلد الأول، منشورات جامعة بني وليد، بني وليد، ليبيا.

- الحنفي، محمد غازي، التواتي، محمود الصديق (2015)، اختبار قابلية المواد الناعمة من السلت والطين لإمتصاص الماء في بلطة الرملة الغربية: للمشاركة في المؤتمر العلمي الأول للعلوم الأساسية 29/11-01/12/2015م، كلية العلوم، جامعة عمر المختار، البيضاء.

- الحنفي، محمد غازي، وأخرون (2020)، أبحاث ودراسات ميدانية تطبيقية في جغرافيا وموارد مياه حوض إقليم الجبل الأخضر في ليبيا، منشورات جامعة عمر المختار، البيضاء، ليبيا.

- الشبلاق، محمد منصور، عمار عبد المطلب عمار، (2014)، الهيدرولوجيا التطبيقية، منشورات جامعة عمر المختار، البيضاء، ليبيا.

- سليم، محمد صبري محسوب، الشريعي، أحمد البدوي (1999)، الخريطة الكنتورية قراءة وتحليل، دار الفكر العربي، القاهرة، مصر.

- مصلحة المساحة، 1977، خرائط طبوغرافية، لوحة المخيلي، لوحة ماجن بشادة، مقياس رسم 1:50000، طرابلس، ليبيا.

- Arlabconsulting.(1980), complementary investigation of surface ground water and climatological survey, Muallaq upstream station, flood record,1978/1979, and flood record 1979/1980.

- Rohlich, P. (1974), geological map of Libya -1:250000, Sheet N I 3415 , Ibayda, E plana Tory Booklet, (Industrial Research Centre), Tripoli , 1974, P. 58. - Geological map of Libya 1:250000, sheet NI , AL Bayda (Industrial Research Center) Tripoli.

- EOS, https://eos.com/landviewer , 2018/10/30 بتاريخ .

- Franlab, consulting, (1976), Annex 2, Hydrology,Wadi Muallaq-Upstream station, legend of flood recordings, record 1974/1975.
- Arlab consulting, (1980), Annex 4, Hydrology,Wadi Ramlah legend of flood recordings, record 1979/1980.
- Mariam Zachariah, Vassiliki Kotroni, Lagouvardos Kostas, Clair Barnes, Joyce Kimutai, Sarah Kew, Izidine Pinto, Nadia Bloemendaal, Wenchang Yang, Maja Vahlberg, Roop Singh, Lisa Thalheimer, Friederike Otto, Review authors: Sjoukje Philip, Rana El Hajj, Celine El Khoury, Sara Walsh, Dominika Spyratou, Eleni Tezapsidou, Sanna Salmela-Eckstein, Julie Arrighi, (2023),Interplay of climate change exacerbated rainfall, exposure and vulnerability led to widespread impacts in the Mediterranean region,
- C. S´anchez-García, L. Schulte, Historical floods in the southeastern Iberian Peninsula since the 16th century: Trends and regional analysis of extreme flood events, Global and Planetary Change 231 (2023) 104317.

ملحق:

	
صورة (1) بحيرة بلطة الزلق متخمة بمياه السيول ، فيضان الاودية (الثعبان – تاملو – حليقيمة – الحمامة – سمالوس)، مساحة البحيرة 85 كم2 تاريخ لتقاط الصورة من القمر الصناعي الاوروبي sentinel 22 سبتمبر 2023.	صورة (2) بحيرة بلطة الرملة بمياه السيول ، فيضان الاودية (الرملة – القوس – بلعطر– الخريف – القرنة) في 10 – 11 سبتمبر 2023، مياه تلك الاودية تستقر في بلطة الزلق مساحة البحيرة 47 كم2 تاريخ لتقاط الصورة من القمر الصناعي الاوروبي sentinel 22 سبتمبر 2023.
	
صورة (3) بحيرة بلطة عبد الحفيظ، فيضان وادي الخروبة و ووادي عدوان في 10 – 11 سبتمبر 2023، تجمع بمياه الاودية في بلطة الملز والنعيمي وميقاز جنوب منطقة مسوس، مساحة بحيرة بلطة عبد الحفيظ 28 كم2 تاريخ إلتقاط الصورة من القمر الصناعي الاوروبي sentinel 22 سبتمبر 2023.	صورة (4) بحيرة بلطة بورقيص ، فيضان الاودية (الثعبان – تاملو – الحمامة) في 10 – 11 سبتمبر 2023، مياه تلك الاودية استقرت في بلطة بورقيص مساحة البحيرة 21 كم2 تاريخ إلتقاط الصورة من القمر الصناعي الاوروبي sentinel 22 سبتمبر 2023.
	
صورة (5) بحيرة بلطة محرز، فيضان وادي سمالوس في 10 – 11 سبتمبر 2023، استقرت مياهه في بلطة محرز والفائض ينحدر شرق في بلطة الزلق، مساحة بحيرة بلطة محرز 18 كم2 تاريخ إلتقاط الصورة من القمر الصناعي الاوروبي sentinel 22 سبتمبر 2023.	صورة (6) بحيرة بلطة بربير ، فيضان وادي الملم في 10 – 11 سبتمبر 2023، مساحة بحيرة بلطة بربير 13 كم2 تاريخ إلتقاط الصورة من القمر الصناعي الاوروبي sentinel 06 ديسمبر 2023.



صورة (7) عقيرة اكريم 42 هكتار ، امتلئت مياه سيول تناملو والحمامة، جفاف البحيرة بعد شهر من تاريخ التصوير، 17 نوفمبر 2023



صورة (8) جفاف بحيرة بلطة ميقاز بعد حوالي 30 يوم من ملئها بمياه سيول وادي الجداري، تاريخ صورة القمر الصناعي 12 سبتمبر 2023 .



شكل (09) الباحث عند الشاطئ الشرقي لبحيرة بلطة الزلق، السبت 02 ديسمبر 2023.



شكل (10) قطعان الابل عند بحيرة بلطة محرز جنوب منطقة الخويمات حوالي 14 كم، السبت 02 ديسمبر 2023.

أثر الفيضانات والسيول على التجمع السكني في قرية الوردية دراسة حالة

د. فتحية مفتاح العمامي

قسم الآثار والإرشاد السياحي/ كلية الآداب والعلوم-توكرة/ جامعة بنغازي

Strkyarbyarb13@gmail.com

د. إلهام حسين الكوافي

قسم الجغرافيا/ كلية الآداب/ جامعة اجدابيا

elhamelkowafi2000@gmail.com

أ. سبب عبد الكريم الطيرة

قسم الجغرافيا/ كلية الآداب/ جامعة اجدابيا

S.altaira2000@gmail.com

الملخص:

تعد الفيضانات والسيول أحد قوة الطبيعة المدمرة، حيث خلف الفيضان المفاجئ الذي اجتاح إقليم الجبل الأخضر شرق ليبيا خلال ساعات في 10-11 سبتمبر 2023 سيول سريعة وغير مسبوقة نتج عنها تهاطل أمطار بكميات هائلة وبمعدلات عالية جداً طبقاً لسجلات محطات الأرصاد الجوية، فقد سجلت محطة البيضاء معدل يومي للأمطار بلغ 414.1ملم، وهذه الكميات من الأمطار تفوق معدلها المعدل السنوي خلال يوم واحد فقط، مما زاد حجم الجريان السطحي الهائل الذي تدفق عبر مجاري الأودية المنحدرة من الجبل الأخضر شمالاً نحو البحر المتوسط وجنوباً نحو البلط الواقع جنوب الجبل، نظراً لما جرفته هذه السيول من كميات هائلة للطمي والطين أدى إلى جرف وتغيير معالم كثير من الأودية وحدوث تغير في جيومورفولوجية كثير من المناطق التي جرفتها السيول كتدمير الطرق والعبارات والمساكن والمزارع وجرف التربة.

منطقة الوردية قرية صغيرة تقع على بعد 30 كم جنوب غرب مدينة البيضاء تحديداً ما بين منطقتي زاوية العرقوب وقصر ليبيا في الطريق المؤدي إلى مدينة المرج، في مجرى رافد من روافد مجرى وادي الكوف (فرع بيت صالح)، وهي منطقة خلابة وسط غابات الجبل الأخضر، ويبلغ عدد سكانها 200 شخصاً، وهي تعد محطة للسياح والزوار حيث يكثر فيها بيع كافة الأعشاب الطبية والعطرية والعسل الطبيعي، إضافة إلى أنشطة خدمية أخرى، وكان لموقع المنطقة وطبيعتها أثر كبير في تعرضها لأخطار السيول، فقد تأثرت كغيرها من مدن ومناطق شرق ليبيا بهذه العاصفة، مما أدى إلى جرف منازل من أماكنها وجرف الطرق وخسائر بشرية، ناهيك عن تدمير الغطاء النباتي الطبيعي في المنطقة.

الكلمات المفتاحية: قرية الوردية، مخاطر السيول، الفيضانات، إعصار الدنيال.

The impact of floods and torrents on the residential community in the village of Al-Wardiya "Case Study"

D. Fethiye Meftah Alemami
Department of Archeology and Tourist Guidance, Faculty of Arts, Tokra Branch, University of Benghazi
Strkyarbyarb13@gmail.com

D. Elham Houssain EL kowafi
Department of Geography, Faculty of Arts, University of Ajdabiya
elhamelkowafi2000@gmail.com

A. Sabsb Abdulkarim Altaira
Department of Geography, Faculty of Arts, University of Ajdabiya
S.altaira2000@gmail.com

Abstract

Floods and floods are one of nature's destructive forces. The flash flood that swept through the Green Mountain province in the east of Libya in hours on September 10-11, 2023 left Seoul fast and unprecedented, resulting in massive and very high rainfall according to meteorological station records. El Obeid Station recorded a daily rainfall rate of 414.1mm, which exceeds the annual rate in just one day. This increased the magnitude of the massive runoff that flowed through the canyon streams descending from the Green Mountain north towards the Mediterranean Sea and south towards the tile south of the Mountain rinse ", owing to the massive quantities of silt and mud that swept away and altered many valleys and changed the geomorphology of many of the areas washed away by torrents such as the destruction of roads, ferries, housing, farms and soil.

The Wardah area is a small village located 30 km south-west of the city of El-Bayda, specifically between the Zawiq Al-Arqoub and the Palace of Libya areas on the road to the city of Al-Marj, in the Rafid stream of Wadi Al-Kov. (Beit Saleh branch), a picturesque area amidst the forests of the Green Mountain, With a population of 200 people, it is a tourist and visitor station where all medical, aromatic and natural honey are frequently sold. In addition to other service activities, the location and nature of the area have had a significant impact on the region's exposure to flood threats, Like other cities and regions in eastern Libya, this storm has been affected. human losses, not to mention the destruction of the area's natural vegetation.

Keywords: Rosary Village - Flood Risk - Flood - Cyclone Denial

المقدمة:

تتعدد المخاطر التي يتعرض لها سطح المنطقة، وتمثل السيول والتعرية أهم تلك المخاطر، لما لها من تأثير مدمر لعملية النحت (التعرية المائية بواسطة مياه السيول الجارفة) لمجاري الأودية وعملية الإرساب في المرواح الفيضية، بالتالي حدوث تغير في معالم هذا السطح، تتوقف خطورة السيول على قوة ودرجة الجريان فقد يكون ما تحمله السيول الخفيفة من الرواسب التي تحسن من خصوبة التربة، وبينما تكون السيول مدمرة إذ تحمل تلك الرواسب صفة الخطورة من خلال جرف التربة وتهديد المناطق العمرانية والأنشطة البشرية خاصة المقامة في مجاري الأودية، وتتوقف آثار تلك المخاطر على مدى تأثر الطبوغرافيا بها.

وقد استوجب على الباحثين المهتمين بجغرافية المكان دراسة هذه الظاهرة لخطورتها على الأرواح والممتلكات، خاصة في المناطق السكنية المقامة داخل مجاري الأودية أو على جوانبها، وبناء على ذلك تم اختيار منطقة الوردية وهي أحد المناطق المتأثرة بهذه السيول.

وتعد قرية الوردية أحد مناطق الجبل الأخضر، وهي قرية صغيرة واقعة في مجرى الوادي وهي تتمتع بتنوع طبيعي في النبات الطبيعي والأعشاب العطرية ومناظر جمالية خلابة، وتعود تسمية المنطقة بالوردية نسبةً إلى الورديات التي كانت تتناوب (أبان الحكم الملكي) على نقطة شرطة حرس الغابات قبل أن يكون فيها استيطان سكاني ويلجأ إليها العسكر الذين يعملون بهذه النقطة (مركز شرطة صغير) مرددين عبارة (ذاهبين للوردية) وهي فترة العمل الليلي الذي كانوا يتناوبون عليه، ومن هنا جاءت التسمية.

مشكلة الدراسة:

تعتبر الفيضانات والسيول من أخطر التهديدات التي تواجه المناطق الواقعة في مجاري الأودية، حيث يتخلف عنها الكثير من الخسائر البشرية والمادية والمعنوية، ويعد إعصار دانيال من أشد الأخطار الطبيعية التي أثرت على شرق ليبيا عامة ومنطقة الدراسة بشكل خاص، إذ تعاني العديد من المدن والمناطق الواقعة في الجبل الأخضر من الزحف العمراني على الأراضي الخطرة المعرضة للفيضانات والسيول ونشوء التجمعات البشرية ضمن نطاقها، وطمس معالمها مما عرقل مجري جريان المياه عند حدوث الفيضان وما يسببه من مشاكل وتأثيرات في الطبوغرافيا والبيئة على المنشآت العمرانية والخدمية وشبكات الطرق والمزارع والثروة الحيوانية. وعليه يتم دراسة حصر المخاطر وتحليلها وإيجاد حلول دائمة لها وتحديد أولوياتها، ولمزيد من

الإيضاح يمكن صياغة مشكلة الدراسة في السؤالين التاليين:

1. هل أثر إعصار دانيال في تغير طبوغرافية منطقة الدراسة؟
2. ما هي مخاطر السيل الناتج عن إعصار دانيال على التجمع السكني في منطقة الدراسة؟

أسئلة الدراسة:

1. ما دور العوامل المناخية في حدوث العاصفة أو الاعصار؟
2. هل لطبوغرافية المنطقة أثر في قوة السيول المندفعة باتجاهها؟
3. هل للخصائص المورفومترية وشبكة التصريف دور في تركيز قوة السيل التدميرية على منطقة الدراسة؟
4. ما هي مخاطر السيل على التجمع السكني بمنطقة الدراسة؟

أهداف الدراسة:

1. إبراز تأثير الخصائص المناخية والطبوغرافية في السيول المندفعة في شبكة التصريف بمنطقة الدراسة.
2. التعرف على الخصائص المورفومترية لحوض التصريف المؤثر على منطقة الدراسة، وأثره في حدوث السيل.
3. تقدير حجم الجريان السطحي لحوض التصريف ومنطقة الدراسة.
4. الاستفادة من برامج النظم الجغرافية في معرفة العلاقة بين قوة الانحدار والتدفق السيلي وجرف المواد، وكذلك إرسابها في المناطق الأقل انحداراً.
5. معرفة أضرار السيل على الخصائص التضاريسية للمنطقة وتحديد أثره على التجمع السكني في المنطقة.
6. محاولة التعرف على طرق تجنب أخطار السيول على التجمعات السكانية والأنشطة البشرية المتعددة من خلال دراسة تأثير كل من الخصائص الجيولوجية والطبوغرافية في الجريان السيلي، وأخطاره على الوسط البيئي بمنطقة الدراسة؛ وصولاً لوضع توصيات تساعد في تجنب مخاطر السيول.

أهمية الدراسة:

تمثل الأودية إحدى الظاهرات الجيومورفولوجية التي لا تزال في حاجة إلى المزيد من

الدراسات والأبحاث التطبيقية التي تمكن التعرف إلى سلوكها الهيدرولوجي تمهيدا لاستغلالها والاستفادة من مياهها، ومحاولة تقليل مخاطرها في حال حدوث الجريان السيلي من خلال مجاريها، ولعل الأهمية الأكبر في عدم التعدي على أراضي الأودية سواء بالبناء أو الزراعة وبعض الأنشطة الأخرى لما لها من آثار تدميرية في حالة حدوث السيول في إعاقة حركة الجريان السيلي من ناحية وعلى حدوث أضرار في الأرواح والممتلكات والبنية التحية من ناحية أخرى، وتستمد الدراسة أهميتها من الأهمية الاستراتيجية لمنطقة الدراسة.

منهجية الدراسة:

تم جمع البيانات وفق المنهج الوصفي في وصف الظاهرة قيد الدراسة قبل وبعد الفيضان السيلي، والمنهج الكمي المورفومتري في تحديد وتحليل مخاطر السيول من خلال البيانات التي اشتقت من المرئيات الفضائية، ونماذج الارتفاع الرقمي DEM، والخرائط الرقمية، وتطبيق المعادلات الرياضية لحساب المتغيرات الهيدرولوجي، والمقارنة بين صور الأقمار الصناعية عالية الدقة ببرنامج Google Earth ومرئية فضائية لنموذج الارتفاعات الرقمية للمنطقة، فضلا عن البيانات الرقمية بقاعدة البيانات من خلال تطبيق تقنيات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد التي تقوم على التحليل الكمي لخصائص المتغيرات المورفومترية للأحواض المائية بالمنطقة وذلك لدراسة الجريان السيلي وتحديد مدى خطورته وقوته التدميرية.

كما ركزت الدراسة على تأثير كل من الخصائص التضاريسية والمناخية والمساحية والشكلية والمعاملات المورفومترية وهيدرولوجية وميزانية أحواض التصريف لمجاري الشبكة المائية وظهور الجريان السيلي وأخطاره على الوسط البيئي بالمنطقة.

منطقة الدراسة:

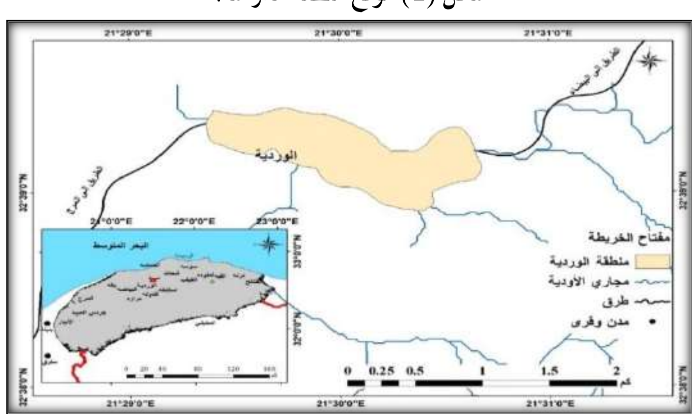
تقع منطقة الدراسة في المدرج الثاني من السفح الشمالي للجبل الأخضر عند منسوب ارتفاع 300 – 340 متر، ضمن بلدية الساحل، تحديداً ما بين منطقتي زاوية العرقوب وقصر المقدم، على الطريق الرابط بين مدينتي البيضاء والمرج، غرب مدينة البيضاء بحوالي 30كم، وتقع القرية على الطريق المعبد المؤدي لجسر الكوف، شكل (1)، فلكياً بين دائرتي عرض 45″ 38′ 32° و26″ 39′ 32° شمالاً وبين خطي طول 40.6″ 30′ 21° و 21.7″ 29′ 21° شرقاً.

الخصائص الطبيعية المؤثرة على الجريان السطحي في منطقة الدراسة:

جيولوجية المنطقة:

تعتبر المنطقة التي تغطيها لوحة البيضاء جزءاً من جيولوجية الجبل الأخضر، ويمكن وصفها بأنها هضبة متموجة تعلو إلى 883متر فوق منسوب سطح البحر عند قمة سيدي الحمري أثرت فيها إلى حد ما عوامل النحت بتأثير الوديان، وتنحدر المنطقة انحداراً خفيفاً اتجاه الجنوب والشرق، بينما تتكون ناحية الشمال من جرفين واضحين، ويتألف الجبل الأخضر بصفة أساسية من تكوينات بحرية ترجع إلى العصر الطباشيري العلوي والحقب الثلاثي، تكونت عند الحافة الجنوبية من قعيرة التيتس، وتتكون هذه الصخور أساساً من الحجر الجيري الذي يشكل نسبة 90% من المكونات الصخرية للوحة البيضاء، أما الباقي فعبارة عن مارل ودولوميت. (الكتيب التفسيري، لوحة البيضاء، 1974: 3).

شكل (1) موقع منطقة الدراسة.





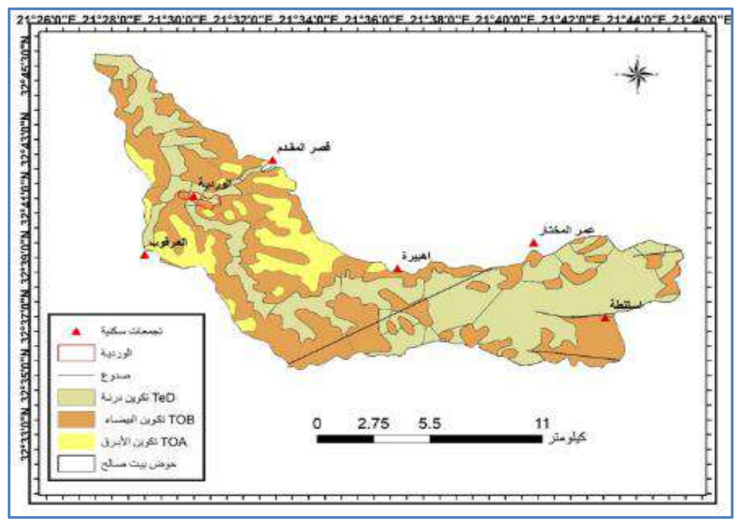
المصدر: من عمل الباحثات اعتماداً على برنامج GIS من مرئية فضائية Googel Earth




وتقع منطقة الدراسة جيولوجياً ضمن تكوينات اللوحة الجيولوجية البيضاء، يتضح من تكوينات الحقب الثلاثي لهذه اللوحة أنها تتراوح بين العصرين الباليوسيني والميوسيني الأوسط، ولا تظهر صخور العصر الباليوسيني إلا على نحو متفرق، أما صخور العصر الأيوسني فهي تشكل دورة ترسيب منفصلة فوق رواسب أسبق منها، يفصلها عنها سطح عدم توافق، ويعتبر التسلسل الطبقي للدورة أكثر اكتمالا من المنطقة الساحلية عنه في الجزء الداخلي من الجبل. (الكتيب التفسيري، لوحة البيضاء، 1974: 3).

وينقسم تعاقب الصخور في منطقة الدراسة إلى ثلاثة تكوينات رئيسة تبلغ مساحاتها في منطقة الدراسة (تكوين درنة بمساحة تبلغ 64.12كم^2 – تكوين البيضاء بمساحة تبلغ 65.5 كم^2 – تكوين الأبرق بمساحة تبلغ 17.09كم^2)، ويظهر تكوين درنة الصخري في قيعان (بطون) الأودية على عمق منسوب أسفل من 200 –450 متر ضمن المصطبة الأولى للجبل الأخضر، يعلوه تكوين الاليجوسيني (البيضاء والأبرق) ظاهر أعلى تكوين درنة ضمن المصطبة الثانية للجبل الأخضر حيث تقع منطقة الدراسة، ومن خلال الخريطة الجيولوجية شكل (2) المعدة لمنطقة الدراسة يمكن تمييز وحدتين رئيسيتين أولهما وحدة صخور الزمن الثالث، وثانيهما رواسب الزمن الرابع المتمثلة في الترسيبات النهرية (طفال رملي، غرين، حصى، حصى متماسك). (لوحة البيضاء الجيولوجية، 1974).

شكل (2) الخريطة الجيولوجية لحوض بيت صالح ومنطقة الوردية.



المصدر: من عمل الباحثات اعتماداً على الخريطة الجيولوجية، لوحة البيضاء، 1974.

التكوينات الصخرية:

تسود المنطقة تكوينات جيولوجية ترجع أغلبها إلى صخور الزمن الثالث وعلى نطاق ضيق تكوينات الزمن الرابع، ومن أهم التكوينات الجيولوجية التي تنكشف في المنطقة من الأقدم إلى الأحدث. (لوحة البيضاء، الكتيب التفسيري: 4 – 5).

1. **وحدة صخور الزمن الثالث**: تنقسم صخور هذه الوحدة في حوض بيت صالح وقرية الوردية إلى ثلاثة تكوينات جيولوجية رئيسية من الأقدم إلى الأحدث وهي: تكوين درنة، وتكوين البيضاء، وتكوين الأبرق.

أ. **العصر الأيوسين**: يتمثل في تكوين درنة الذي يتكشف على نطاقات واسعة من المصطبة الأولى وأسفل الحافة الثانية، وهو يتألف من الحجر الجيري دقيق الحبيبات بلون أبيض إلى أصفر باهت.

ب. **العصر الأليجوسين**: يتمثل في تكويني البيضاء والأبرق ويتضحان في الحافة الثانية من الجبل الأخضر، ويتألف تكوين البيضاء (عضو مارل شحات وعضو البيضاء) من الحجر الجيري الطحلبي، ويتكون الأول من مارل مصفر وحجر جيري مارلي وحجر جيري دقيق الحبيبات، أما الثاني يتكون من الحجر الجيري الطحلبي (حجر حبيبي متماسك حبيباته دقيقة إلى دقيقة جداً لونه مزيج بين الأبيض والأصفر مع وجود الطحالب)، ويغطي تكوين الأبرق الأجزاء العليا من الحافة الثانية في مساحات منفصلة تتكون صخوره من الحجر الجيري قوامه الكالكارنيت والكالسيليونيت والحجر الجيري الدولوميتي والمارل.

2. **رواسب الزمن الرابع**: تعد معظم إرساباته قارية باستثناء الجزء الساحلي الضيق، وهي تقسم إلى عدة مجموعات تشمل إرسابات ساحلية بحرية سبخية، وإرسابات فيضية، وإرسابات هوائية، وإرسابات الترافرتين ورواسب الكهوف الجيرية، وتعد الإرسابات الفيضية أكثرها انتشاراً، وهي تتألف من الغرين والحصى، وتتمثل في قيعان الأودية المنحدرة في اتجاه الشمال، والترسيبات النهرية تشمل (طفال رملي، غرين، حصى، حصى متماسك)، وتتوزع رواسب الزمن الرابع في مجاري الأودية بالدرجة الأولى وهي نوعين أولها الرواسب الرباعية المتماسكة فوق التكوينات الصخرية مباشرة، وثانيها طبقة التربة الحديثة التي تعلو الرواسب الرباعية، ومن النادر أن تتكون فوق التكوينات الصخرية مباشرةً.

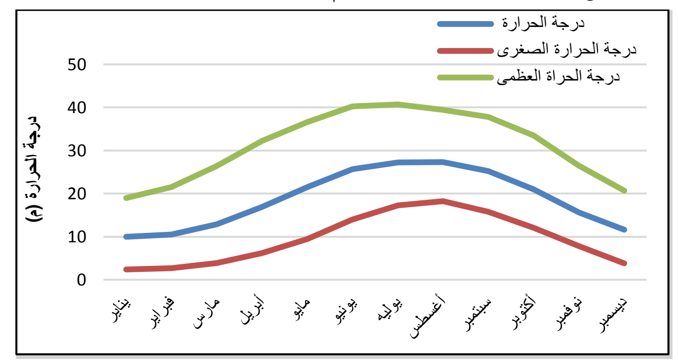



الخصائص المناخية المؤثرة في الجريان السطحي:

نتج عن التغير المناخي الذي تعرضت له مدن وقرى الجبل الأخضر، مرور المنخفض الجوي (إعصار دانيال) على منطقة البحر المتوسط، وأدى إلى سقوط أمطار غزيرة مصحوبة بعواصف ورياح شديدة، مما أحدثت طفرة في شدة التساقط اليومي على المنطقة، ويبدو من تتبع معدلات التساقط اليومي على المنطقة وما نتج عنه من جريان سطحي في أودية المنطقة، علماً أنها لا تشغل سوى نظام ضيق من القطاع العرضي للمجرى الواسع (هذا يرتبط بتجاوز كميات المياه المتدفقة من جميع الروافد إلى المجرى الرئيسي طاقته على استيعاب هذه الكمية مما يجعله يفيض على جوانب قنوات المجاري غامراً بذلك السهول على الجانبين وهو نادراً ما يحدث في أودية الجبل الأخضر)، وباستثناء الحالات النادرة التي تسببها عواصف مطرية متباعدة زمانيا أو مكانياً، ومن ثم فإن معظم الأودية لا تتعرض لسيول مدمرة؛ وذلك لأن التدفق السيلي السنوي بها كان بشكل بسيط. والمعروف أنه بعد العاصفة المطرية معدل كمية الجريان داخل الأحواض ستتأثر بعدة عوامل أهمها عمليات التبخر، ورطوبة التربة، وطريقة استغلال أراضي الأحواض، والغطاء النباتي وغيرها من العوامل التي قد لا يمكن الحصول على بياناتها أيضاً، بينما نجد أن خصائص الأحواض تتحكم بشكل أوضح بوصول موجة الفيضان أو السيل إلى مخارج الأحواض أو محطات القياس، ومن أهم هذه العوامل المتمثلة في خصائص السطح العام لها: كالمساحة، والشكل، والانحدار، وطول المجرى الرئيسي.

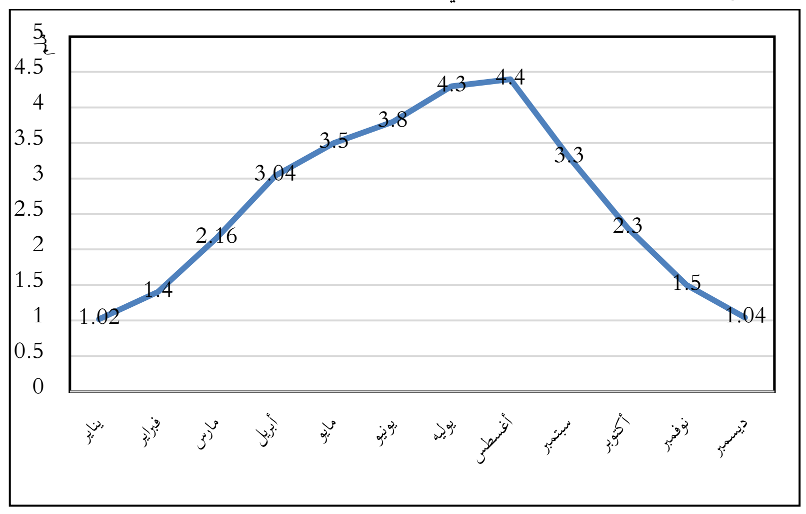
1. درجة الحرارة والتبخر: تتمتع منطقة الدراسة بمناخ معتدل إذ يصل معدل درجة الحرارة فيها إلى 18.3ْ م، وترتفع درجة الحرارة العظمي إلى 31.2ْ م، بينما ينخفض معدل درجة الحرارة الصغرى ليصل إلى 9.4ْ م، كما هو مبين في الشكل (4).

شكل (4) معدل درجات الحرارة(م) خلال الفترة 1985–2022.



ويبين الشكل (5) المعدل الشهري للتبخر الذي بلغ 2.6 ملم خلال الفترة من 1985-2022، غير أنه يرتفع في أشهر فصل الصيف ليصل إلى 4.4ملم، وبما أن جريان السيول كان سريع وفجائي يوم الإعصار ولذلك لم يحدث عملية رشح أو تبخر للمياه.

شكل (5) المعدل الشهري للتبخر في منطقة الدراسة خلال الفترة 1985 -2022.



المصدر: حُسبت بيانات التبخر من قبل الباحثات باستخدام برنامج، cropwat 8.

2. **الأمطار**: تسقط على منطقة الدراسة كمية من الأمطار تصل إلى 190ملم سنوياً، وهي تتفاوت من عام لآخر إذ تصل أقصاها إلى 540ملم، وأدناها إلى 63ملم، كما هو في الجدول (2)، الشكل (8)، غير أن هذه الكمية لا تشكل خطر على المنطقة في إحداث سيول وفيضانات إذا سقطت بشكل متفاوت على الأشهر الممطرة في السنة، إلا أنها قد تسقط الكمية بأكملها أو تتجاوزها في فترة وجيزة، مما تتسبب في إحداث سيول. وبما أن معدلات الأمطار لا تعكس القيمة الحقيقية لمدى مساهمتها في الجريان فإن التساقط المطري المتطرف والمرتبط بالعاصفة المطرية هي الأكثر فعالية في الجريان، والتي نجم عنها الكثير من الأضرار المادية والبشرية، وترتبط درجات السيول بالأمطار المسببة لها مع الأخذ بعين الاعتبار القدرة التسربيية والتخزينية لأحواض التصريف، كما أنه من الصعوبة تقدير شدة ومدة توزيع الأمطار على امتداد الحوض؛ نظراً لغياب مثل هذه القياسات في منطقة الدراسة خاصة، وفي منطقة الجبل الأخضر بصفة عامة.

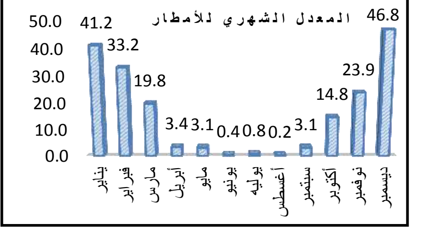
شدة الأمطار وتركزها: تتساقط كميات محددة من الأمطار في خلال ساعات وبكميات كبيرة مما قد يكون لها الأثر السلبي على المنطقة وعلى تربتها من حيث انجرافها، إذ تؤثر الأمطار على خصائص التربة من خلال ارتطام قطراتها بسطح التربة الذي يؤدي إلى تفتيت مجاميعها وتناثر دقائقها، وتعتمد كمية المادة المفتتة على طبيعة ظروف السطح والطاقة المتولدة من التساقط، كما أن كمية الطاقة الناتجة تعتمد على كتلة وحجم وشكل القطرة المطرية، وكذلك على التوزيع الحجمي للقطرات وسرعة واتجاه سقوطها، ووجد أن الطاقة الناتجة عن سقوط الأمطار تكون أكبر بـ256 مرة من الطاقة الناتجة عن الجريان السطح. (عبد الله علي سلمان عبد الله المالكي، 2012: 16)، ويعتقد بعض الباحثين أن الأمطار تشكل خطراً على التربة وتعرضها للانجراف، إذا تجاوزت (30ملم خلال 24 ساعة)، ذلك لأن تركز سقوط الأمطار في ساعات قليلة وبكميات كبيرة لا يعطي وقتاً كافياً للتسرب في التربة ومن ثم تعمل على تحريك حبيباتها السطحية وتجرفها مع السيول. (إلهام حسين الكوافي، 2023: 229).

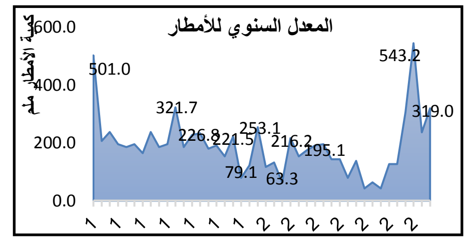
جدول (2) كمية الأمطار السنوية في منطقة الدراسة خلال الفترة من (1981 – 2022).

السنة	ملم / يوم	السنة	ملم / يوم	السنة	ملم / يوم	السنة	ملم / يوم
1985	184.56	**1995**	179.29	**2005**	216.19	**2015**	63.27
1986	195.12	**1996**	189.84	**2006**	152.93	**2016**	42.19
1987	163.47	**1997**	152.92	**2007**	174.02	**2017**	126.55
1988	237.29	**1998**	221.47	**2008**	189.83	**2018**	126.56
1989	184.57	**1999**	79.09	**2009**	195.11	**2019**	305.86
1990	195.12	**2000**	121.27	**2010**	142.38	**2020**	543.17
1991	321.68	**2001**	253.13	**2011**	142.39	**2021**	236.08
1992	184.56	**2002**	116.02	**2012**	79.11	**2022**	318.97
1993	226.74	**2003**	131.83	**2013**	137.11		
1994	232.03	**2004**	63.28	**2014**	42.18		

المصدر: إعداد الباحثات اعتماداً على بيانات موقع https://power.larc.nasa.gov/data.

شكل (7) المعدل السنوي والشهري للأمطار الساقطة على منطقة الوردية خلال الفترة من 1981–2022.





المعدلات اليومية للأمطار:

تبين من جدول (3)، أن أعلى كمية مطر سقطت في يوم واحد على منطقة الدراسة في الفترة الممتدة من 1985-2023، بلغت 162.1ملم، في عام 2020 ورغم ارتفاع هذا المعدل لم يتخلف عنها سيول قوية لأنها سقطت على مدار 24 ساعة على فترات متفاوتة، بينما بلغت كمية الأمطار الناتجة عن عاصفة (دانيال) 10–11سبتمبر للعام 2023، على المنطقة (111.25ملم). (https://power.larc.nasa.gov/data). وكان لهذه الكمية أثر تدميري على المنطقة لأنها سقطت خلال ساعات محدودة، هذا بالإضافة إلى ما انجرف من سيول عبر مجاري حوض بيت صالح للمنطقة.

جدول (3) كمية الامطار الساقطة في اليوم (ملم) خلال الفترة من (1985–2023).

السنة	ملم / يوم	السنة	ملم / يوم	السنة	ملم / يوم	السنة	ملم / يوم
1985	24.1	**1995**	16.7	**2005**	13.7	**2015**	14.66
1986	17.82	**1996**	17.21	**2006**	18.18	**2016**	8.77
1987	20.5	**1997**	14.51	**2007**	12	**2017**	70.77
1988	18.9	**1998**	18.8	**2008**	17.12	**2018**	32.7
1989	22.8	**1999**	7.1	**2009**	17.3	**2019**	51.55
1990	15.66	**2000**	10.69	**2010**	22	**2020**	**162.1**
1991	16.65	**2001**	40.26	**2011**	23.82	**2021**	30.7
1992	21.16	**2002**	18	**2012**	10.3	**2022**	33.7
1993	52.9	**2003**	14.27	**2013**	58.3	**2023**	**111.25**
1994	31.23	**2004**	7	**2014**	8.5		

المصدر: إعداد الباحثات اعتماداً على بيانات موقع https://power.larc.nasa.gov/data.

أثر عاصفة دانيال:

تعرضت ليبيا في يومي 10 –11سبتمبر 2023 إلى ظاهرة جوية تتمثل في رياح قوية على شكل حلزوني، نشأت نتيجة لتكون موجة استوائية مدارية قرب المحيط الأطلسي متحركة باتجاه الغرب، نتج عنها زيادة نشاط العواصف الرعدية وأمطار غزيرة مسببة فيضانات. وقد أدى التغير المناخي إلى ارتفاع درجة الحرارة بشكل ملحوظ خلال فصل الصيف 2023 ودرجة مياه البحر المتوسط خاصة التي وصلت فيها إلى أرقام قياسية، طبقا لما ورد في التقرير الصادر عن المنظمة العالمية للأرصاد الجوية (WOM).




وتعد عاصفة دانيال أكبر كارثة من نوعها تشهدها البلاد منذ 40 عام، وهو ما يجعل ليبيا تتعرض لهذه الكارثة الناتجة عن التغير المناخي العالمي، فهي عبارة عن منخفض جوي بدأ في مساره غرب البحر المتوسط بلغت قيمة الضغط الجوي 990 مليبار، إذ يستمد هذا المنخفض قوته من الحرارة الكامنة للمياه ونظراً لارتفاع درجة حرارة المياه بدأ هذا المنخفض يشتد ويقوى واتجه في بادى الأمر نحو اليونان ليضرب سواحلها ثم إلى تركيا مخلقا وراءه أمطاراً غزيرةً وفيضانات ثم اتجه ليتحرك نحو البحر المتوسط ليكتسب طاقة حرارية أخرى من الطاقة الكامنة في المياه ليتجه إلى ليبيا بكل قوته وعنفه بالتالي كان تأثيره سلبياً على سواحل الجبل الأخضر إذ وصلت فيه سرعة الرياح إلى أكثر من 100 كم/الساعة (هو عاصفة استوائية أو مدارية طبقا لتصنيف المنظمة العالمية للأرصاد الجوية إذ أنها تصنف طبقاً لسرعة الرياح من 1 إلى 34كم/الساعة تصنف إلى منخفض جوي، ومن 34 – 63كم/الساعة تصنف منخفض جوي متعمق، ومن 63- 118كم/الساعة تصنف عاصفة مدارية أو استوائية) وارتفاع الموج وصل إلى أكثر من 8 أمتار وكمية الأمطار وصلت من 150 إلى أكثر من 200ملم. (John P.Rafferty, 2023).

يعد حوض الكوف من أبرز الأحواض المائية المستقبلة للأمطار التضاريسية حيث تعد سفوح الجبل الأخضر عاملاً مؤثراً بحكم الموقع والامتداد، في تقابل جبهة رطبة قادمة معترضة من جهة الشمال (البحر)، وهي جبهة أكثر كثافة من ناحية بناء السحب وحركة السحب الركامية، ساهمت في الهطول الشديد عند اعتراضها لهضبة الجبل الأخضر مع جبهة آتية من الجنوب الغربي محملة بالأتربة (رياح القبلي) متجهة باتجاه شمال شرق وفي هذه المنطقة تقابلت الجبهتين عند قمتي سيدي الحمري وجردس العبيد. (تحليل صور جوية من الموقع الاوربي للمناخ، https://www.rainviewer.com/sa/hurricane-tracking-map.html.

وقد كانت الأمطار في يوم الإعصار أمطاراً فجائيةً وقويةً، والهطول المطري عالياً جداً، ففي مناطق القيقب والأبرق والقبة وهي مناطق مرتفعة جداً (على المصطبة الثالثة للجبل الأخضر)، لكن التدفق السيلي كان أقوى على المناطق المنخفضة (درنة ومنطقة الساحل) التي شهدت أمطاراً أقل، كما أن الجهات الأقل ارتفاعا (الواقعة على المصطبة الثانية) عند منطقة البياضة والبيضاء شهدت أعلى هطول مطري بناءً على بيانات المحطات المناخية لإقليم الجبل الأخضر ومنها: محطتي البيضاء، وقصر ليبيا داخل حوض الكوف جدول (4)،

حيث بلغ معدل الهطول المطري في محطة البيضاء 414ملم، وهو رقم كبير جداً يعادل معدل أمطار سنوية، وبلغ المعدل في محطة مراوة 240 ملم، وفي قصر ليبيا بلغ 170ملم. (المركز الليبي للاستشعار عن بعد وعلوم الفضاء، طرابلس: 10 -11سبتمبر 2023).

حساب حجم الجريان:

تكمن أهمية دراسة حجم الجريان في تقدير حجم جريان المياه في الوادي ويتم ذلك بتطبيق المعادلة الآتية: يوم /م^3 (R-8)V=450*A (محمود الصديق التواتي، 2024: 309).

حيث أن: V= حجم الجريان / A= مساحة الحوض/ R= أقصى كمية هطول في اليوم كانت يوم 10-9-2020 بلغ 162.1ملم.

حجم الجريان في منطقة الدراسة:

(450 * 172.1 (111-8) م^3/ يوم، إذاً حجم الجريان في منطقة الدراسة يساوي 7.9 م^3/ يوم).

حجم الجريان في حوض بيت صالح:

(450 * 172.1 (274.6-8) م^3/ يوم، إذاً حجم الجريان في حوض بيت صالح يساوي 20.6 م^3/يوم).

ذروة التصريف:

وهي الحد الأقصى لمعدل تدفق الحجم الذي يمر في موقع معين أثناء أو بعد حدوث تيار وتحسب وفق المعادلة الاتية: Qp= 2.75*Cp*A/TL م^3/ ثانية: (محمود الصديق التواتي، 2024: 309).

حيث أن: Qp= ذروة التصريف / Cp= معامل يمثل 0.3 / A = مساحة الحوض، TL= الوقت الضائع.

ذروة التصريف في منطقة الدراسة:

Qp = 2.75×0.3×172.1 م^3/ثانية، ذروة التصريف هي141.9م^3/ثانية.

ذروة التصريف في منطقة الدراسة:

Qp = 2.75×0.93×172.1 م^3/ثانية، ذروة التصريف هي440.145م^3/ثانية.

جدول (4) معدل الأمطار يوم حدوث العاصفة دانيال

في المحطات المناخية القريبة من منطقة الدراسة.

اسم المحطة	بعدها عن منطقة الوردية (كم)	معدل الأمطار يوم عاصفة دانيال (ملم/ساعة)
البيضاء	30	414
مراوة	20	240
قصر ليبيا	10	170

المصدر: من إعداد الباحثات استناداً على بيانات المركز الليبي للاستشعار عن بعد وعلوم الفضاء، طرابلس: 10 – 11سبتمبر 2023.

الخصائص المورفومترية المساحية والشكلية لمنطقة الدراسة:

يأخذ المظهر التضاريسي لإقليم الجبل الأخضر شكل مجموعة من المدرجات الكبيرة أدت الحركات الأرضية إلى تكوينها، فهو يظهر على شكل نتوء بارز يبلغ أقصى ارتفاع في جهتي الجنوب والشرق، 883متر عن سطح البحر، ويأخذ الجبل انحداراً تدريجياً بينما يكون انحداره شديداً في جهة الغرب، مكوناً جروفاً حادة باتجاه سهل بنغازي، أما في جانبه الشمالي تبدو الحافة شديدة الانحدار على هيئة مدرجات طولية امتدادها العام من الغرب إلى الشرق، أي تبدو موازية للبحر على امتداد 300كم. (أمراجع محمد علي، 2014: 22).

منطقة الدراسة واقعة ضمن حوض بيت صالح، في السفح الشمالي لإقليم الجبل الأخضر، سطحها متموج، وتتكون من سلسلة من التلال الجيرية التي تطورت بفعل التعرية النهرية خلال الأزمنة الجيولوجية المختلفة، وتتباين هذه التلال في ارتفاعها من بعض أمتار في القطاع الأعلى من الحوض. (محمود الصديق التواتي، 2021: 28)، ويعد الجريان السيلي من أهم المشكلات التي تهدد التجمعات السكنية في بطون الأودية وتزداد خطورة الجريان السطحي في الحوض التصريفي لمنطقة الدراسة لتضرسها.

يعد عامل الانحدار من المتغيرات الهامة في دراسة معدلات الجريان السيلي والتسرب، وعلى طبيعة حركة المواد، كما يؤثر في الحوض بشكل عام بسرعة وشدة الجريان السيلي مع الهطول المطري الشديد وفي تغير طبوغرافية المنطقة، حيث تختلف درجة الانحدار من مكان لآخر، إذ تتكون نقاط التجديد عند تغير درجة الانحدار، وتزداد في المناطق شديدة الانحدار عملية تحرك المواد ومع زيادة قوة الجريان السيلي يتم تعرية بطون الأودية من الرواسب، وبالتالي ينكشف التكوين الصخري الأصلي فيها، بينما في المناطق قليلة الانحدار يتم ترسيب

المواد والرواسب التي ينقلها الجريان السيلي، فحوض وادي الكوف يعتبر من أكبر الأودية والتي استقبلت أكبر كمية من الأمطار، ويضم حوض بيت صالح الذي يصل ارتفاع أعلى نقطة في الحوض 838متر، عند منطقة أسلنطة وتصل حوالي 330متر في القطاع الأدنى من الحوض في قرية الوردية عند التقاء الأودية الرئيسية (التقاء وادي الحجاب بالوردية) شكل (7) ويبلغ طول الوادي الرئيسي من أعلى نقطة إلى أدنى نقطة 39.2كم، حيث بلغ معدل انحدار الحوض 0.013، ويزداد معدل الانحدار في الأودية الكبيرة القريبة من منطقة المصب، إذ يصل أدنى نقطة عند منسوب سطح البحر في ساحل جرجارأمه بمعدل انحدار عام للحوض يبلغ 0.011، ويعد نمط التصريف الشجري في الحوض الأكثر انتشاراً ويتكون من صخور الحجر الجيري، كما أن المجاري المائية تكون أكثر تشعباً في المنابع العليا، كما في حوض بيت صالح، الذي تبين من جدول (1) أن مساحة الحوض التصريفي تبلغ 172.182043كم^2، بينما تبلغ مساحة قرية الوردية 1.000198كم^2، وتدل نسبة الاستطالة البالغة 0.5 على مدى تشابه الشكل الهندسي للحوض مع الشكل المستطيل، ولها تأثير على سرعة المياه في الحوض التصريفي، حيث أنه عند زيادة الاستطالة تأخذ مياه الجريان السطحي بها وقتاً طويلاً حتى تصل إلى المصب، بالتالي تكون أقل قوة هيدرولوكية من الأحواض الأقرب إلى الاستدارة، وتم تقدير نسبة الاستطالة حسب المعادلة التالية. (فتحي عبدالعزيز أبوراضي، وليد محمد علي، 2019: 17).

$$ER = \frac{2\sqrt{A/\pi}}{L}$$

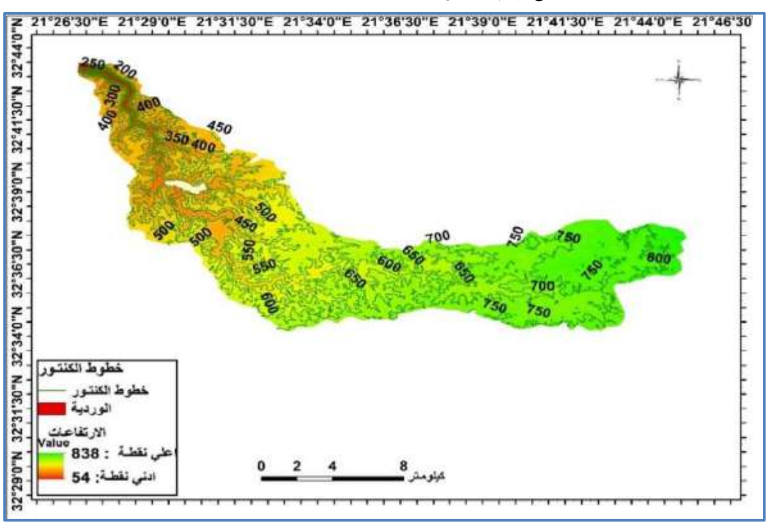
حيث أن: ER = نسبة الاستطالة. A = مساحة الحوض. L = طول الحوض.

وبلغت نسبة الاستدارة 21.3، حيث تعني زيادة نسبة الاستدارة إلى تقدم الحوض في دورته التحاتية، وسيادة عملية النحت الرأسي في المجاري المائية، إذ تميل باستمرار إلى حفر مجاريها وتعميقها قبل أن تشرع في توسيعها، وتم تقدير نسبة الاستدارة حسب المعادلة التالية: (فتحي عبدالعزيز أبوراضي، وليد محمد علي، 2019: 17).

$$CR = \frac{4\pi A}{P2}$$

حيث أن: CR = نسبة الاستدارة. A = مساحة الحوض. P = محيط الحوض.

شكل (7) الخريطة الكنتورية لمنطقة الدراسة.



المصدر: من عمل الباحثات اعتماداً على برنامج GIS من مرئية فضائية Googel Earth

جدول (1) الخصائص المورفومترية (المساحية والشكلية) لمنطقة الدراسة.

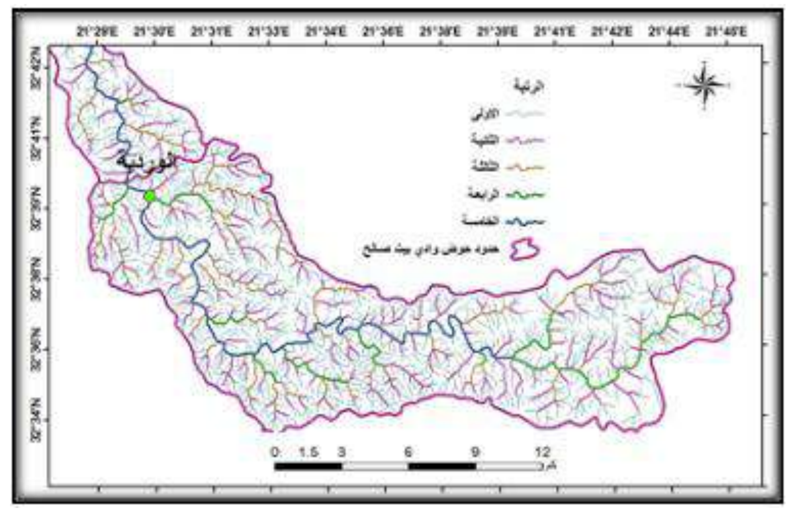
الخصائص	الأطوال والمساحات
مساحة الحوض التصريفي (كم^2)	172.185043كم^2
مساحة منطقة الوردية (كم^2)	1.000198كم^2
محيط المنطقة (كم)	101.2كم^2
الارتفاع الأدنى في منطقة الوردية (م)	330م
الارتفاع الأقصى في الحوض (م)	838م
طول الوادي الرئيسي من أعلى نقطة إلى أدنى نقطة	39.2كم
عرض الحوض (كم)	7. 6كم
طول وادي الوردية (كم)	1.000524كم
عرض وادي منطقة الوردية	0.930518 كم
حجم الجريان في منطقة الدراسة	7.9م^3/يوم
حجم الجريان في حوض بيت صالح	20.6م^3/يوم
ذروة التصريف (0.3)	141.9 ملم^3/ثانية.
معدل انحدر الحوض درجة	0.018
معدل انحدار قرية الوردية درجة	0.013
معامل الاستطالة	0.5
معامل الاستدارة	21.3
مجموع أطوال المجاري	164500كم

المصدر: من عمل الباحثات اعتماداً على برنامج GIS من مرئية فضائية Googel Earth

تتميز قرية الوردية بشبكة صرف طبيعي فهي تقع عند ملتقى مجموعة من الروافد المتصلة بوادي الكوف التي تلقي بمياه الأمطار الساقطة عليها، وتندفع منها إلى وادي الوردية ومنه باتجاه البحر. ويستمد وادي الوردية معظم مياهه من المجاري العليا لحوض وادي بيت صالح الذي تجتمع فيه عدة روافد تصب في وادي الكوف الذي يتصف بالنمط الشجري مما يزيد من قوة تدفق المياه به، شكل (8).

يعد وادي الحجاب رافداً رئيساً من روافد وادي الكوف الثلاثة الرئيسية، ويمثل مساحة 20% من مساحة حوض وادي الكوف، وهو يمتد على طول حوض بيت صالح ويأخذ عدة تسميات حسب المناطق التي يمر عليها، ويبدأ مسار التدفق السيلي من المنابع العليا عند التقاء وادي الجروس (بمنطقة أسلنطة)، ووادي التوابيت بمنطقة عمر المختار، ويصبان في نفس المجرى عند وادي الحمر (الحمار)، ثم يستمر التدفق السيلي إلى وادي الحجاب في أسفل الحوض التصريفي، ويصب فيه رافداً صغيراً وهو وادي حرب، ويستمر مسار التدفق في نفس المجرى إلى وادي الوردية، إذ يصب فيه رافداً صغيراً من جهة الجنوب وهو وادي الحلال ويمثل مساحة 1كم^2، أما من جهة الشرق فيصب فيه أربع روافد صغيرة وهي (وادي قصر المقدم – وادب بو الهدوم – وادي الخروعة – وادي السقافات) وتبلغ مساحة هذه الروافد ما بين 8-20كم^2، كل هذه الروافد تلاقت وشكلت شبكة تصريف الجريان السطحي في حوض بيت صالح البالغ مساحته 172.1كم^2، ومنه ينحدر التدفق إلى وادي جرجارأمه جارفا في طريقه كل الممتلكات والبيوت والثروة الحيوانية التي انتهى بها المطاف في البحر، وقد نتج عن إعصار دانيال سيول عالية الشدة في منطقة الدراسة أحدثت تغير في طبوغرافية المنطقة، وتعرية (تقشير) الرواسب الرباعية المتماسكة والحديثة من بطون الأودية، الواقعة ضمن الحوض التصريفي الذي يصب في منطقة الوردية، ونتيجة لقوة هذا السيل حدثت تعرية كاملة ونقل للرواسب الرباعية والحديثة (الحصى والجلاميد والتربة) من بطون الأودية من الحوض التصريفي إلى البحر، مما أدى إلى انكشاف التكوينات الصخرية بها (تكوين درنة) في معظم بطون الأودية في المنطقة.

شكل (8) تصنيف شبكة التصريف في حوض بيت صالح.



المصدر: من عمل الباحثات اعتماداً على برنامج GIS من مرئية فضائية Googel Earth

أما في معظم مصاطب الوادي في منطقة الدراسة (على جوانبها) لم يجرف السيل الرواسب الرباعية المتماسكة، فالرواسب التي حملها السيل من مسافة 100 كم من أعلى (أودية الحوض التصريفي) التي تصب في منطقة الوردية، تؤثر في عملية تحرك المواد وطحن وتفتيت للرواسب الخشنة (الكبيرة)، ونتيجة لقوة الجريان السيلي تتحرك المواد (الكتل الصخرية) في قاع الوادي وهذه الكتل تختلف في أحجامها (ما بين كيلوات إلى 3 طن) هذه الكتل الصخرية مع قوة التيار تعمل على سحق وطحن الأرضية للرواسب الرباعية المتماسكة في بطون الأودية وبالتالي تؤدي إلى طحن وتفتيت الصخر إلى كتل مختلفة الأحجام من مواد مذابة ومواد معلقة وحصى وكتل صخرية، وعندما يهدأ الجريان أو يضعف أو تقل قوته تترسب هذه المواد في شكل رواسب مختلفة الأحجام والأشكال.

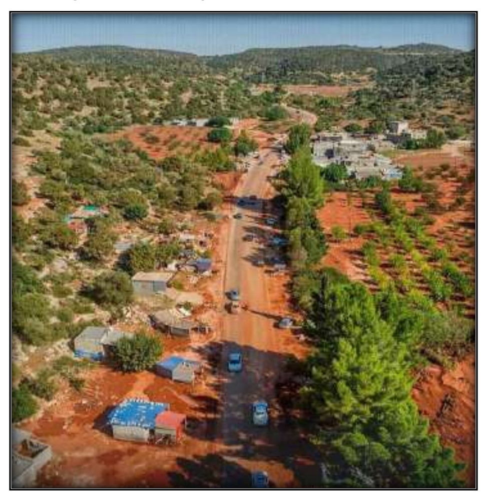
مخاطر السيول:

السيول عبارة عن مجارٍ مائية مؤقتة أو شبه دائمة تنشأ نتيجة تجمع مياه الأمطار عند هطولها بغزارة (لفترات قصيرة) على أسطح منحدرة وضعيفة الامتصاص لكونها صخرية أو جافة التربة وتندفع هذه المياه إلى أسفل المنحدر مكتسبة سرعة إضافية وتتجمع مع بعضها لتشق لها مجرى مائي رئيسي أو عدة مجارٍ مائية، وتتميز هذه المجاري المائية بأنها قوية وتحدث فجأة وتستمر وقتاً طويلاً.

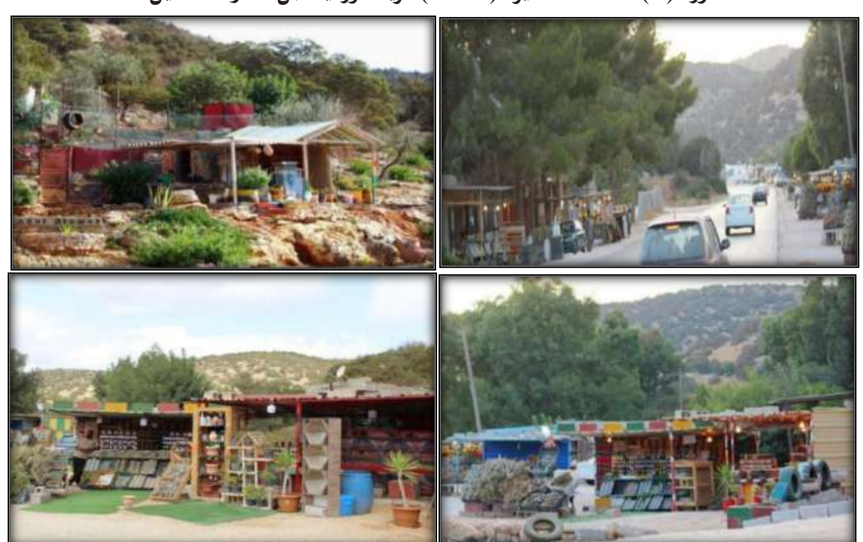
وتعد السيول من الكوارث الطبيعية المتكررة الحدوث على مستوى العا لم، وتصنف من الكوارث لما تقوم به المياه الجارفة من اكتساح وحمل كل ما تقوى عليه من طين ورمال وصخور، وحتى المركبات والمباني والأشجار، وما يترتب على ذلك من خسائر فادحة في الممتلكات والأرواح. (Abdul Walid, 2021:p309)، ويفصل بين حدوث السيول فترات زمنية طويلة مما يجعل سكان التجمعات العمرانية الواقعة في مجاري الأودية أو في مراوحها الفيضية يتناسون أخطار الفيضانات السيلية ويتعاملون مع الوضع البيئي ويشيدون مساكنهم ومرافقهم الخدمية في مناطق الخطر لعدم درايتهم بالمخاطر التي ستواجههم في حال حدوث السيول، ومصدر هذا الخطر يأتي نتيجة الحدوث الفجائي للسيول، ومن سرعة تدفق الجريان المائي وما تحمله هذه المياه من رواسب، وما تجرفه من كتل صخرية تؤدى إلى تخريب وتدمير المناطق التي تتعرض لها، ومما يبرز السيول كخطر طبيعي ويزيده وضوحا عمليات تركز التجمعات العمرانية والسكنية في مجاري الأودية.

أنشئت قرية الوردية في العهد الملكي لتكون مقراً لورديات حرس الغابات وتشتهر القرية بأكشاكها الصغيرة في المدرج الثاني للجبل الأخضر على الطريق المؤدية لجسر الكوف حيث تُعرض منتجات الألبان والعسل الطبيعي والأعشاب: كالزعتر والمردقوش والإكليل وغيرها من أعشاب ونباتات الجبل الأخضر، ويظهر سطح هذا المدرج على شكل تلال بسيطة الانحدار تتخللها شبكة من الأودية تتميز باتساع مجراها، وتقع ضمنها أكثر مجموعة من التجمعات الحضرية. وتقع قرية الوردية بين واديين وتلال جبلية تغطيها غابات كثيفة، ووسط طبيعة ساحرة تحيطها من كل جانب، كما في صورة (1)، وتعتبر مزاراً مفضلاً ومحطة أولى لكل العابرين من الجبل الأخضر، فهي تشتهر بمحلات صغيرة (أكشاك) بسيطة وأنيقة مبنية من الخشب وسعف النخيل والصفيح، على جانبي طريق القرية، كما في صورة (2)، وتشتهر ببيع أجود أنواع العسل الطبيعي والحليب واللبن الطازج والزبدة والسمن البلدي وأعشاب الجبل الطبيعية ذات الروائح العطرة مثل: الزعتر وورق التفاح والشيح وإكليل الجبل والعرعار وغيرها، والتي يستعملها الليبيون في الطهي والعلاج.

صورة (1) قرية الوردية قبل حدوث السيل.



صورة (2) محلات صغيرة (أكشاك) قرية الوردية قبل حدوث السيل.



الأضرار التي خلفها السيل في قرية الوردية:

يعد الجريان السيلي من أهم المشكلات الجيومورفولوجية التي تهدد المنطقة وكل المناطق الواقعة في مجاري الأودية أو في المراوح الفيضية، وقد ألحقت السيول أضراراً بالغة في الأرواح والمفقودين والممتلكات والمحلات والمصانع، وكان حجم الأضرار كبيراً جداً جراء السيل الناتج عن إعصار (دانيال) والذي اجتاح كثير من مدن وقرى الجبل الأخضر في شرق البلاد، حيث

أصبح بعضها أثراً بعد عين، من بينها قرية الوردية التي كانت من أشهر مناطق الجبل على صغر حجمها وقلة سكانها قبل مرور العاصفة المدمرة، فقد أسهم موقعها الجغرافي في زيادة حجم الدمار الذي تعرضت له، لأنها تقع في مصب كثير من الأودية المتجهة للبحر، كانت محطة سياحية وتجارية بارزة، حولتها السيول والرياح العاتية إلى أماكن منكوبة مدمرة بشكل كامل أو شبه كامل، بعد أن كانت متعة للناظرين ومستقراً للباحثين عن فسحة من الهدوء والجمال، وأصبحت القرية مهجورة بعد أن كانت تضج بالحياة فبكتها الأعين ونعتها الألسن في كل أنحاء الجبل الأخضر.

تعد قرية الوردية إحدى أكثر المناطق تضررا جراء سيول إعصار (دانيال) الذي ضرب شرق ليبيا، وأبرزها اختفاء معالم القرية الشهيرة ومعظم سكانها. فقد تعرضت المنطقة إلى تدمير نظامها البيئي بعد أن وصل إليها السيل المدمر الذي بدأ في المنطقة خلال الساعة الثالثة مساءً، وبلغت ذروته ما بين الساعة 8 حتى الساعة 12 ليلاً بدأ السيل يهدأ الساعة 3 فجراً استمر جريان المياه بشكل خفيف حتى صباح اليوم الثاني، إذ بلغ ارتفاع الجريان السيلي يوم العاصفة في الأودية الفرعية التي تصب في وادي الحجاب في الحوض التصريفي لمنطقة الدراسة بين 4 – 5 أمتار، بينما بلغ ارتفاع المياه عند دخولها إلى قرية الوردية ما بين 16 – 20متر، وذلك نظراً لانحدار المنطقة عند التقاء وادي الحجاب بوادي الوردية، أما في وسط المنطقة بلغ ارتفاع المياه في منازل المنطقة الواقعة على ما بين 7 – 9متر، بعد التجمع السكني وصل ارتفاع المياه 3متر وجرف كامل الغابة في نهاية الوادي عند التقاءها بوادي جرجار أمه. (هيثم حمد بوعوينه، 6.ديسمبر،2023)، حيث تغيرت طبيعة المنطقة، كما في صورة (3)، ومعالمها وانكشف فيها معالم كانت مدفونة تحت الرواسب، (سد روماني ارتفاعه 3متر، كما في صورة (4) – معصرة زيتون)، هذا بالإضافة إلى إتلاف الغطاء النباتي إذ كانت المنطقة تتمتع بتنوع غطائي النباتي الطبيعي، أصبحت بدون كهرباء وتدمرت شبكة المياه وجرف الطريق وانهارت العبارات بها كما في صورة (5)، فقد انتهى المطاف بمعظم منازل المنطقة وممتلكاتها ومحلات التجارية ومزارعهم الصغير (جنان) وثرواتهم الحيوانية التي كانت تربي لاكتفائهم الذاتي في البحر.

صورة (3) قرية الوردية بعد السيل.




صورة (4) سد روماني أنكشف نتيجة السيل في قرية الوردية.



صورة (5) جرف السيل لطريق القرية.



مخاطر السيول وأثرها على منطقة الدراسة:

السيول مصدر للخير وإن كانت ترتبط في أذهان عامة الناس بأنها مخاطر مسببة للدمار فهي في واقع الأمر المصدر الوحيد لتموين مخازن المياه تحت السطح، والتي تعد الموارد الوحيد لكل الآبار والعيون التي يستقي منها السكان شمال ليبيا يأخذون منها مياها للشرب ولسقاية مواشيهم ودوابهم، وتتحول السيول إلى مخاطر نتيجة الجريان السريع المندفع للمياه الذي يجرف كل ما يصادفه أمامه من حطام صخري، وتحل الكارثة عندما تتسرب السيول الى الطرق التي تربط بين محلات العمران وتدمر المنشآت العمرانية والحيوية وتخرب مظاهر استخدام الأرض: كالمزارع، والمساكن، وتزهق الأرواح وتشرد ألاف البشر، وتتوقف مخاطر السيول على عدد من العوامل أهمها: كمية الأمطار الساقطة وزمن سقوطها ومساحات أحواض التصريف التي تتجمع فيها المياه لتدفع في مجراها الرئيسي، وشبكات التصريف، ودرجة انحدار المجاري المائية، وسرعة جريان المياه، وطبيعة الصخور التي تشكل أحواض الأودية وبنيتها الجيولوجية. (NOAA,2005 :P3)، وتجدر الإشارة إلى أن الخطورة لا تكمن فقط في حدوث السيول وإنما أيضا في وجود التجمعات السكانية أو المنشآت الحضارية (طرق– مصانع– مزارع–قرى سكنية) التي تعترض مجاري السيول ومن الطبيعي أن تؤثر عليها السيول بدرجات متفاوتة تتوقف على شدة اندفاعها من ناحية، ونوعية المباني والمنشآت من ناحية أخرى.

1. **المخاطر غير المادية للسيول**: يقصد بها الأضرار والخسائر الناتجة عن توقف العمل والخدمات وتغير حياة المحيط النفسي والاجتماعي للسكان، وهذا يتضح من التغيرات النفسية والاجتماعية والضوضاء التي تخلفها السيول في حياة الأفراد الذين عاشوا هذه الظاهرة.

2. **المخاطر المادية**: وهي خسائر وأضرار ظاهرة للعيان تنتج عن السيول المدمرة وأكبرها الخسائر في الأرواح كالوفيات وتشريد وتهجير السكان من مناطقهم وتدمير الطرق ووسائل النقل والبنية التحتية من مياه وكهرباء ومنشآت خدمية ومباني سكنية وجرف المزارع والتربة، وغيرها:

أ. **مخاطر السيول على الأرواح**: وهي تعد من أكبر الخسار المادية، فقد شكل إعصار دانيال خطراً جسيماً على البيئة والسكان في الجبل الأخضر بشكل عام وعلى قرية الوردية بشكل خاص، فقد تسببت غزارة الأمطار الساقطة وما نتج عنها من قوة تدفق السيل في

خسائر ومخاطر بشرية في الأرواح، حيث سجلت عدد (25) حالة وفاة بينهم (7) جثث لجاليات مصرية وجثة لمواطن سوداني الجنسية، بالإضافة إلى عدد من المفقودين. (هيثم حمد بوعوينه، 6.12.2023).

ب. مخاطر السيول على الممتلكات (المنازل والمنشآت الخدمية والمركبات الآلية):

تعد السيول أحد القوة الطبيعية المدمرة للمباني والمنشآت الخدمية، فقد نتج عن إعصار دانيال نتائج وخيمة على قرية الوردية، حيث أدى السيل إلى جرف 4 مباني سكنية بالكامل إلى البحر من أصل 30 منزل من بينها منزلين جرفت بسكانها، وتتفاوت الأضرار في باقي المباني السكنية كما في صورة (6)، ناهيك عن جرف عدد 2 مصنع بلوك بالكامل، كما جرفت كل المزارع الصغيرة (جنان) وما تحويه من أشجار ونباتات وحيوانات (أبقار وخيول وأغنام ودجاج). ولم يتمكن فرق الإنقاذ والسكان من حصر أعدادها لهول الكارثة وما سببته من خسائر في الأرواح البشرية، كما جرف عدد (10) من الأكشاك من أصل (27) كشك، كما في صورة (7)، حيث تفاوت ضرر هذه الأكشاك التي اشتهرت بها قرية الوردية، والمنتشرة على جانبي الطريق وتقدم خدمات للمارة منها، وتشتهر ببيع العسل الطبيعي والحليب واللبن الطازج والأعشاب الجبلية والمشروبات الساخنة (شاهي بالأعشاب واللوز والكاكاوية)، فكان لها وقع خاص عند مرتادي المنطقة وزوارها وعابريها، فهي كانت مصدراً رئيسياً لدخل البعض وإضافي للبعض الآخر من سكان القرية، وهي تعكس طبيعة البيئة السكانية ونباتاتها الطبيعية، هذا وقد جرف السيل عدد (10) سيارات لسكان المنطقة وباقي السيارات بها أضراراً، كما في صورة (8)، كما جرف السيل مبناً إيطالياً كان في المنطقة منذ عام 1911، كان يستغل كنقطة مرور أو مقر (مركز شرطة) يوزع العمل فيه على أفراد الشرطة كورديات تتناوب على النقطة لذلك تم تسمية القرية (بقرية الوردية) ولم يتبقى لهذا المبني أي أثر. (الصالحين الحمري، مقابلة 18.11.2023).

ج. مخاطر السيول على البنية التحتية: أدى إعصار دانيال إلى جرف الطريق المعبد في القرية والرابط بين مناطق الجبل الأخضر، مما أثر في حركة الوصول والموصلية منها وإليها، وكذلك انهارت العبارات المقامة به لتصريف مياه الأمطار، كما في صورة (9)، وأحدث أضراراً في شبكات المياه والكهرباء بالقرية.

د. مخاطر السيول على تغير طبوغرافية المنطقة: ونتج عن السيول عالية الشدة حدث

تغير في جيومورفولوجية المنطقة وحدوث تقشير أو تعرية لقيعان وبطون الأودية، وانجراف الرواسب الرباعية المتماسكة وطبقة التربة في قرية الوردية، كما في صورة (10)، ونقلها مع قوة السيل إلى البحر وانكشاف التكوينات الصخرية (تكوين درنة)، فعند تكوين دورات إرسابية حديثة (من الحصى والجلاميد والرمل والطين) يتم نقل رواسب من مسافات بعيدة عبر مجاري الأودية وترسيبها مباشرة فوق التكوين الصخري الأصلي في بطون الأودية.

وبالتالي يتضح تأثير السيل في تغير طبوغرافية المنطقة من خلال تعرية الرواسب الرباعية المتماسكة من قاع الوادي، أما جوانب الوادي في منطقة الدراسة لم تتعرض إلى تعرية الرواسب الرباعية، ولم ينكشف بها الصخر الأصلي في معظم أجزائها، منها على سبيل المثال منطقة أسلنطة في المنابع العليا من حوض بيت صالح، ووادي الحمر في القطاع الأوسط منه ومنطقة الوردية، وتنكشف الصخور على جوانب الوادي بشكل واضح وعميق مع ازدياد نسبة الانحدار في المنعطفات النهرية.

ونتيجة لقوة الجريان السيلي وعامل الانحدار في المنطقة لم تتكون أو تترسب طبقة من الرواسب الحصوية، لذلك فإن المناطق المنحدرة أو شديدة الانحدار لا تترسب عليها الرواسب التي يحملها الجريان السيلي في هذه الأودية، وتكون الرواسب فيها قليلة، أما المناطق قليلة الانحدار فتتجمع فيها الرواسب نظراً لقلة الانحدار (مثل ما حدث في وادي جرجار أمه) الذي ترسبت فيه الرواسب التي حملها الجريان السيلي الناتج عن إعصار دانيال، كما في شكل (11)، والذي يبين تأثير إعصار دانيال على تغير جيومورفولوجية المنطقة من خلال مقارنة مرئيتان فضائيتان للمنطقة خلال شهري سبتمبر (قبل العاصفة) وشهر أكتوبر (بعد العاصفة)، ومنها يتضح أن أعلى قيمة في المرئية الفضائية لشهر سبتمبر بلغت 255م، وأدنى قيمة بلغت 47م، بينما في مرئية شهر أكتوبر (بعد العاصفة) بلغت أعلى قيمة 255م، وأدنى قيمة بلغت 37م، كما تبين عمق الرواسب التي جرفها السيل في قرية الوردية، فقد بلغ عمق طبقة الرواسب عند التقاء وادي الحجاب بقرية الوردية، إذ يبلغ عرض الوادي بها ما يزيد عن 40م، بلغ فيها عمق الانجراف بين 1.5 – 2م، كما في صورة (11)، ويزيد عمق الرواسب كلما تقدمنا في المنطقة عن 5م، وفي نهاية المنطقة يصل ما بين 15 – 20، كما في صورة (12).

صورة (6) تفاوت الأضرار في المباني السكنية التي لم يجرفها السيل.











صورة (7) الخسائر في المحلات الصغيرة (الأكشاك).







صورة (8) الأضرار في المركبات الآلية.



صورة (9) الأضرار على البنية التحتية.






صورة (10) أثر السيل في انكشاف التكوينات الصخرية في قاع وادي منطقة الدراسة.



صورة (11) انتشار رواسب الحصى والتربة المنقولة في أسرة وادي الوردية من جهة وجرف ونحر وانكشاف مقاطع التربة في الوادي وعلى جوانب مجاري الأودية من جهة أخرى.

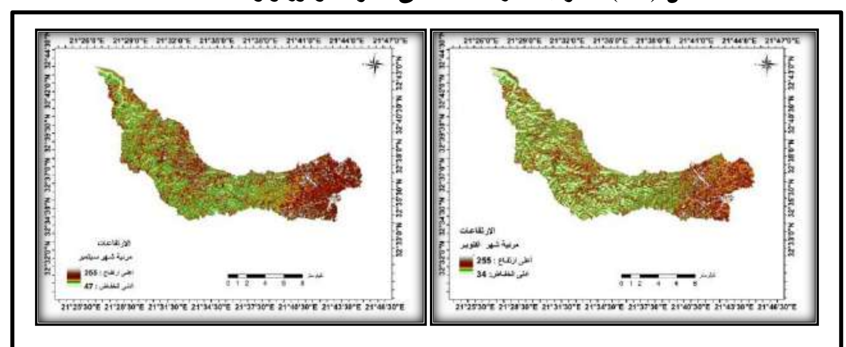


صورة (12) أعماق الرواسب جرفها السيل في وسط ونهاية قرية الوردية.



وتختلف درجة الانحدار من نقطة إلى أخرى ومن مكان إلى آخر، ونقاط التجديد تتكون عند تغير درجة الانحدار، فمثلا في قرية الوردية والتي تبدأ من انتهاء وادي الحجاب (تكون فيها نقطة تجديد للوادي نظراً لتغير درجة الانحدار من 800متر عند منطقة أسلنطة – 500متر – 200متر في منطقة جرجارأمه، بمعنى أن الانحدار يقل عند بداية المنطقة لمسافة 200متر، ففي هذه المنطقة ترتاح شدة تيار المياه (الجريان السيلي) بالتالي تبدأ عملية ترك الرواسب وترسيبها في المنطقة الأقل انحداراً، بينما مناطق المنحدرات تبدأ فيها حركة المواد مع شدة الانحدار حتى إذا كان دفع المياه ضعيفاً، فإن عامل الانحدار يقوي دفع المياه وتزيد نتيجة لذلك قوة دفعها، بالتالي فإن الرواسب لا تتمكن من الترسب في المنحدرات، وإنما تندفع مع المياه وتترسب في المناطق الأقل انحداراً.

شكل (11) تأثير إعصار دانيال على تغير جيومورفولوجية المنطقة.



المصدر: من عمل الباحثات اعتماداً على برنامج GIS من مرئية فضائية Googel Earth

الوسائل المقترحة لمواجهة أخطار السيول.

1. منع التوسعات السكانية والأنشطة البشرية في مجاري الأودية.
2. التقييم المستمر للأودية المعرضة للسيول بالتنسيق مع الجهات ذات العلاقة والاختصاص.
3. استعداد كافة الجهات المتخصصة والمعنية لمواجهة العواقب المحتملة من جراء السيول.
4. اتخاذ كافة إجراءات المواجهة وتنسيق الجهود، بحيث تتناول إنقاذ المحاصرين في المناطق المعرضة للسيول وإسعاف المصابين.
5. اتخاذ إجراءات رفع الأنقاض وإصلاح البنية التحتية لإعادة الوضع الطبيعي في المناطق المتضررة من السيول.
6. اتخاذ إجراءات لتصريف المياه المتراكمة نتيجة السيول ومحاولة الاستفادة منها في تغذية المياه الجوفية.
7. إجراء مسح جوي لاستطلاع المناطق المهددة بالسيول؛ للاستفادة منها في عمليات الإنقاذ في الأماكن المعزولة.

الخاتمة:

شهدت مدن وقرى شرق ليبيا خلال شهر سبتمبر 2023 تغيرات مناخية فجائية وأمطاراً شديدة الغزارة، ومن بينها قرية الوردية، حيث تساقطت على نحو غير مسبوق أمطاراً غزيرة مصحوبة بعواصف ورياح شديدة محملة بالغبار والأتربة حسب سجلات محطات الأرصاد الجوية التي سجلت كميات أمطار يفوق معدلها المعدل السنوي، مما أحدث طفرة في معدلات سقوط الأمطار خلال يوم واحد فقط، وهذا ما زاد من حجم الجريان السطحي الهائل الذي تدفق عبر مجاري الأودية المنحدرة شمالا باتجاه البحر، وجنوبا باتجاه البلط، مما نتج عنه تحرك للمواد في مجاري الأودية، وأدت هذه السيول إلى تغير معالم معظم الأودية الشمالية للجبل الأخضر، واختفاء أجزاء منها نتيجة الطمي والطين الذي حملته السيول بكميات هائلة، كما أدت معدلات النحت العالية لهذه السيول إلى ظهور مجاري أودية تم ردمها منذ زمن طويل نتيجة الأنشطة البشرية: كالبناء وشق الطرق في العديد من المناطق، كما خلفت هذه الأمطار والسيول أضراراً فادحة وجسيمة في الأرواح والممتلكات، وتضرر أجزاء من الأراضي الزراعية للمواطنين حيث ضاعفت بشكل مباشر من معاناة الأسر النازحة

من منازلهم والتي أدت إلى تلف كبير للمأوى والغذاء وانقطاع الخدمات الأساسية كالمياه والكهرباء والطرقات والخدمات الصحية، مما جعل من الوضع كارثة حقيقية مؤكدة، تستوجب استنفار وحشد كافة الجهود لمعالجة ما خلفته تأثيرات الأمطار والرياح والسيول، وبرغم الجهود الحثيثة التي تبذلها الجهات العامة والخاصة ومؤسسات العمل الإنساني إلا أن الكثير من النازحين لا يزالون يعيشون ظروف إنسانية سيئة وبالغة التعقيد.

النتائج:

1. تركز التجمع السكني بقرية الوردية في مجرى الوادي هو ما أدى إلى خطر تدمير المنشآت السكنية والخدمية وانجراف بعضها مع السيل لوقوعها في مواجهة السيول ولدورها في إعاقة سرعة الجريان، وهو ما نجم عنه تباطؤ في تصريف السيول وتجميع المياه، مما يرفع من منسوبها وفيضانها إلى مستويات أكثر ارتفاعاً وهذا ما زاد من مساحة المناطق المتضررة.
2. حدوث تغير في طبوغرافية المنطقة نتيجة تعرية (تقشير) بطون وقيعان الأودية وانكشاف الصخر الأصلي بقاع الوادي والمتمثل في تكوين درنة.
3. يتميز وادي الحجاب المتصل بقرية الوردية من ناحية الجنوب بضيقه ويتسع الوادي في بداية القرية نظراً لتباعد الجبال فيها عن بعضها، وهذا ما ساعد في قوة السيل على المنطقة لقدومه من مجرى ضيق، بالتالي تكون قوة الدفع في الجريان السيلي كبيرة، وهذا ما أدى إلى جرف أجزاء كبيرة من الطريق وشبكة صرف مياه الأمطار والعبارات بالمنطقة، بالإضافة إلى جرف منازل ومحلات وكل ما صادفه من صخور ورواسب وأحدث خسائر بشرية في الأرواح والحيوانات.
4. يستدل من جرف المبنى الإيطالي القديم متين البناء في المنطقة والذي لم يتأثر منذ عام 1911 (حيث يشتهر البناء الإيطالي بالمتانة والقوة في البناء)، أنه لم يمر على المنطقة مثل هذا السيل قبل هذا العام. وأوضح أحد سكان المنطقة عما سمعه من أجداده أن المنطقة مر عليها سيلاً قوي في سنة العيرة وهي (قبل فترة الاحتلال الإيطالي على ليبيا).
5. اختفاء كثير من المعالم الأساسية في قرية الوردية ومنا الطريق المعبد الذي كان يربط القرية بجسر الكوف.

6. أن عمق الانجراف في بداية المنطقة وصل ما بين 1.5-2م، وعند الطريق الرئيسي في منتصف المنطقة بلغ 5متر والطريق موجود في طرف المنطقة، وعند نهايتها وصل الانجراف ما بين 15 - 20م.
7. عند حدوث دورات إرسابية جديدة تؤدي إلى تكون رواسب حديثة تنقل خلال عملية تحرك المواد من مسافات تصل 100كم، وخلال عملية التعرية والحركة طحن وتفتيت المواد ونقلها وترسيبها فوق التكوين الصخري الأصلي مباشرة في بطون الأودية التي تعرضت للتعرية في سيل إعصار دانيال، وبالتالي يتضح تأثير السيل في تعرية الرواسب الرباعية المتماسكة في بطون أودية الحوض التصريفي ومنطقة الدراسة، بينما تبقى هذه الرواسب في مصاطب هذه الأودية.

التوصيات:

1. إنشاء مركز رصد الخصائص الهيدروجيومورفولوجية في أحواض الجبل الأخضر عامة وحوض بيت صالح خاصة، مما يتيح توفير البيانات الدقيقة والخرائط الرقمية للنظم الهيدرولوجية وخصائصها وتقديمها للباحثين ومتخذي القرار في الجهات المعنية.
2. إنشاء محطة مناخية وأجهزة إنذار مبكر في منطقة الدراسة لرصد الظواهر المناخية.
3. متابعة التصريفات السنوية والشهرية للسدود وملاحظة أي تغيرات تطرأ عليها بسبب التغيرات المناخية وتذبذب سقوط الأمطار.
4. اتخاذ الإجراءات الملائمة للحد من مخاطر السيول في المناطق التي تقع عند مجاري الأودية، ومنع إقامة الأنشطة البشرية بها؛ لتفادي الخسائر البشرية والمادية.
5. إجراء دراسات تفصيلية لإنشاء عدد من السدود التخزينية على مجاري الأودية الرئيسية التي تتميز بجريان مائي غزير للمساهمة في تغذية المياه الجوفية، وتوفير الموارد المائية لزيادة الرقعة الزراعية وبالتالي إقامة مجتمعات عمرانية جديدة.
6. إقامة السدود الترابية الركامية على الروافد التي تغذى الوادي الرئيسي بالفيضان.
7. إقامة كباري فوق مجاري السيول تسمح للمياه وما تحمله من رواسب من المرور ذلك لتقليل الأخطار التي تتعرض لها الطرق.
8. بث الوعي بين المواطنين بعدم البناء في المناطق التي تهددها السيول إلا بعد الرجوع للجهات المختصة حتى ولو لم تتعرض هذه المناطق للمخاطر من قبل.

المصادر والمراجع:

- علي، أمراجع محمد، (2014)، العمران غير المخطط وأثره على التخطيط الحضري والاقليمي في إقليم الجبل الأخضر، كلية البنات للآداب والعلوم والتربية، قسم الجغرافيا، مصر.

- المالكي، عبد الله علي سلمان، (2012)، تأثير المناخ على بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية لترب جنوب العراق، مجلة القادسية للعلوم الإنسانية، مجلد15، عدد1.

- التواتي، محمود الصديق، (2021)، الأحواض الفرعية لحوض وادي الكوف شمال الجبل الأخضر "دراسة مورفومترية"، مجلة الجمعية الجغرافية الليبية، العدد السادس، ديسمبر،

- التواتي، محمود الصديق، و الغويل، بسمة سليمان، (2024)، الخصائص المورفومترية والهيدرولوجية لأودية حوض سهل المرج، دراسة في جغرافية المياه، مجلة جامعة طبرق للعلوم الاجتماعية والإنسانية، العدد الرابع عشر، يناير.

- الكوافي، إلهام حسين، (2023)، التغيرات المناخية في ليبيا وتأثرها على البيئة الطبيعية: دراسة تطبيقية على منطقة الجبل الأخضر، رسالة دكتوراه (غير منشورة)، جامعة عين شمس، كلية الآداب.

- المركز الليبي للاستشعار عن بعد وعلوم الفضاء، (2023)، المركز الوطني للأرصاد الجوية، إدارة المناخ، نشرة الأمطار اليومية، طرابلس: 10 –11سبتمبر).

- خريطة ليبيا الجيولوجية، (1974)، الكتيب التفسيري، لوحة البيضاء، 1:250.000، مركز البحوث الصناعية، ش ذ 34 – 15.

- Abdul Walid Salik, Flood Causes & Harms, cientific Journal of Research in Natural Science, Kabul University, Volume (1), Pp309 – 316, Afghanistan.

- NOAA, (2005) FLOODS THE AWESOME POWER, U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE National Oceanic and Atmospheric Administration NOAA’s National Weather Service March, P3

- John P.Rafferty, (2023), Libya flooding of 2023, History & Society, the Editors of Encyclopaedia Britannica,October,

- هيثم حمد بوعوينه، مواطن من قرية الوردية، مقابلة شخصية 6. 12. 2023.

- الصالحين الحمري، خبير في الهيئة القضائية، البيضاء، مقابلة شخصية، 2023/11/18.

أثر السيول على الزراعة
في بعض مناطق الجبل الأخضر

د. منى داوود العاصي
محاضر بقسم الجغرافيا/ كلية الآداب والعلوم- الابيار/ جامعة بنغازي
MONA.ALI@uob.edu.ly

أ. كريمة أحمد الجهيمي
أستاذ مساعد بقسم الجغرافيا/ كلية الآداب/ جامعة بنغازي
kareima.elgahymi@uob.edu.ly

أ. سعد رجب لشهب
أستاذ مساعد بقسم الموارد والبيئة/ كلية العلوم البيئية- المرج
جامعة بنغازي
saadlashhab@gmail.com

أ. وليد سالم بوميمونة
مدير مكتب البستنة والمحاصيل بقطاع الزراعة- البيضاء
الجبل الأخضر
wa956799@gmail.com

الملخص:

تُعرف السيول بأنها عبارة عن مجارٍ مائية مؤقتة أوشبه دائمة تنشأ نتيجة لتجمع مياه الأمطار عند هطولها بغزارة (ولفترات قصيرة)، وتشكل الأمطار والسيول والفيضانات خطراً شديداً يهدد حياة الإنسان وممتلكاته وتنشط الأمطار والسيول والفيضانات خصوصاً في فصل الشتاء، أوعند حدوث تذبذبات مناخية، ونتيجة لموجة السيول التي اجتاحت معظم مناطق الجبل الأخضر عقب حدوث العاصفة المطرية دانيال، تضررت مساحات كبيرة من الأراضي الزراعية، حيث جُرفت التربة، وتضررت المحاصيل الزراعية، وانهارت العديد من السدود التعويقية، لا سيما في النطاق الأوسط من الجبل الأخضر، وكحصيلة أولية لحجم الأضرار الناجمة فإن المزارع الأكثر تضررا بالمنطقة تصل نسبتها إلى 70%ً حيث تم جرف التربة الزراعية شبه بالكامل وأحداث انجراف خندقي وجرف الأشجار المثمرة وأشجار الغابات، أما المزارع متوسطة الاضرار تصل نسبتها إلى 25%، حيث تم أحداث بعض الخنادق بها وجرف بعض المحاصيل الزراعية، أما المزارع التي بها أضرار بسيطة تصل نسبتها إلى حوالي 5% حيث تمثلت اضرارها في انجرافات بسيطة للتربة بين أشجار الفاكهة.

الكلمات المفتاحية: السيول، التعويقية، العبارات، تذبذب مناخي.

The effect or the impact of floods on agriculture in some areas of Al jabal Al khdar

D: Mona Daoud Al-Assi
Lecturer in the Department of Geography, College of Arts and Sciences, Al-Abyar, University of Benghazi
MONA.ALI@uob.edu.ly

A: Karima Ahmed Al-Juhaimi
Assistant Professor, Department of Geography, Faculty of Arts, University of Benghazi
kareima.elgahymi@uob.edu.ly

A: Saad Rajab Lashehab
Assistant Professor, Department of Resources and Environment, College of Environmental Sciences, Al-Marj, University of Benghazi
saadlashhab@gmail.com

A: Walid Salem Boumimouneh
Director of the Horticulture and Crops Office in the Agriculture Sector - Al Bayda - Al Jabal Al Akhdar
wa956799@gmail.com

Abstract;

floods are known as temporary or semi-permanent water courses that arise as a result of the accumulation of rainwater when it falls heavily (and for short periods). Rain, torrents, and floods constitute a severe danger that threatens human life and property. Rain, torrents, and floods are active, especially in the winter, or when climate fluctuations occur, as a result of Due to the wave of torrential rains that swept through most areas of Jabal Al Akhdar following the occurrence of rainstorm Daniel, large areas of agricultural land were damaged, as the soil was washed away, agricultural crops were damaged, and many check dams collapsed, especially in the central range of Jabal Al Akhdar. As a preliminary result of the extent of the damage caused, The most affected farms in the region amounted to 70%, as the agricultural soil was almost completely swept away, trench erosion occurred, and fruit trees and forest trees were swept away. As for the moderately damaged farms, the percentage of damage reached 25%, as some trenches were created and some agricultural crops were swept away. As for the farms that It has minor damage, amounting to about 5%, as its damage consisted of minor soil erosion between the fruit trees.

***Keywords*:** Floods, impediments, ferries, climate fluctuation.

مقدمة:

يتعرض الإنسان في هذه الحياة إلى العديد من الكوارث الطبيعية، التي لا يستطيع مجابهتها إلا في حالة التنبؤ بالخطر بشكل مسبق لتحذير المواطنين في الأماكن المحتملة لوقوع الكارثة، ومن أهم هذه الكوارث الطبيعية هي السيول، حيث تحدث السيول نتيجة تغير المناخ في بعض المناطق.

وتعد السيول من الأخطار الطبيعة التي تتعرض لها الأراضي الليبية، ومصدر هذا الخطر يأتي أولا من الحدوث الفجائي للسيول، وثانيا من سرعة تدفق الجريان المائي وما تحمله هذه المياه من رواسب، وما تجرفه من كتل صخرية تؤدى إلى تخريب وتدمير المناطق التي تتعرض لها، ويتسم الجبل الأخضر بشبكة تصريف معقدة ومتشابكة، حيث تهطل الامطار على القمم الجبلية، وتندفع باتجاه الشمال والجنوب، لتصب في البحر، أوفي مناطق البلط جنوب الجبل الأخضر متبعة انحدار مجرى الوادي، وتتميز السيول بقوتها الشديدة، التي يمكنها أن تجرف أي شيء يوجد أمامها سواء أشجار، منازل، سيارات، أشخاص وغيرها، لاسيما أنها تتسبب في ضياع العديد من الممتلكات وهلاك الإنسان. (مؤيد، 2013، ص32).

وعادة ما تكون المناطق القاحلة وشبه القاحلة معرضة للفيضانات الفُجائية أثناء الأحداث التي تعقب سقوط أمطارٍ بمعدلاتٍ أعلى مما هومعتاد عليه؛ ويرجع ذلك أساساً إلى نقص الغطاء النباتي وضعف خاصية سعة التسرب في التربة السطحية، مما يؤدي إلى توليد كميات هائلة من المياه تجري على السطح، وقد أصبحت الفيضانات الفجائية مصدر قلق في المراكز الحضرية الكبرى في جميع أنحاء العالم، ويرجع ذلك في الغالب إلى زيادة الضغط السكاني، الأمر الذي يتطلب معه المزيد من تطوير البنية التحتية، ومن ثم زيادة قدرتها على مواجهة المواقف الطارئة. وقد أدى الضغط السكاني في كثيرٍ من الأحيان إلى تشييد مبان في مناطق منخفضة طبوغرافياً، مما أدى بدوره إلى عرقلة الوديان عن أداء وظيفتها كقنوات طبيعية لتصريف مياه الأمطار، ويتسبب التمدد العمراني بوجه عام في الحد من مساحات الأراضي الطبيعية المتاحة لتسرب مياه الأمطار إلى التربة، مما يؤدي إلى توليد المزيد من الجريان السطحي يتجاوز أحياناً قدرات التحمل المفترضة لشبكات المجاري الحضرية على تصريفها، مما ينتج عنه حدوث الفيضانات. (مركز أبحاث الصحراء، 2018، ص3).

واكبت الزراعـة الليبية فترات الازدهار والتدهـور التي مرت على تاريخ البلاد، واعتبرت

ليبيا في القرن الأول الميلادي إحدى صوامع حبوب الإمبراطورية الرومانية، فكانت صادرات القمح وزيت الزيتون توفر الغذاء للسكان في تلك الفترة، ولم تتغير الظروف المناخية كثيراً عما هي عليه الآن، ثم جاءت خطة التنمية الثلاثية 1973-1975، وهى التي مهدت الطريق لظهور مشاريع الاستيطان الزراعي في ليبيا، والتي من بينها مشروع الجبل الأخضر للاستيطان الزراعي وكانت خطة التنمية 1976-1980، هي الخطة الرئيسية في تطور المشاريع، وأما خطة التحول 1981-1985 جاءت مكملة لما قبلها من خطط، وظهر معها مشروع الزراعة المروية في أراضي الساحل والتي كانت تعتمد على مياه النهر الصناعي، ومع نهاية هذه الخطة بدأت مرحلة الميزانيات التسيّرية والتي كانت تعتمد سياسة زراعية معينة وهى العمل على محاولة إكمال بعض المشاريع في الخطط السابقة.(أبوخشيم، 1995،ص45).

وتضمنت خطوات الاستصلاح إزالة الغابات ثم زراعة غطاء نباتي من الشوفان ثم إزالة الخلفة في السنة التالية وإعدادها للزراعة. بالإضافة إلى تحسين الأراضي القديمة عن طريق الحراثة العميقة وإعدادها للزراعة. إلى غير ذلك من أعمال صيانة الأراضي بإقامة المصاطب لحفظ التربة من الانجراف وبعد هذه العمليات تبدأ خطوات الاستزراع. (الساحلي، 2005، ص143).

وتقدر الأراضي التي تستقبل أمطار بمعدل أكثر من 250ملم/السنة (وهواقل معدل أمطار ضروري لنموالمحاصيل الزراعية) بحوالي 2172000 هكتاراً، أي ما يعادل 1.2% من الأراضي الزراعية، منها حوالي 1590000 هكتاراً توجد بمنطقة الجبل الأخضر (بن خيال، 1995، ص556).

مشكلة الدراسة:

تضم منطقة الجبل الأخضر مشروعات عدة، تستهدف استصلاح مساحة قدرها 532,514هكتاراً وتنميتها، منها 19,215هكتاراً لتنمية المراعي وزراعة الغابات، كما يستهدف المشروع إنشاء 2677مزرعة وتمليكها، على أن تضم المنطقة أيضاً أربعة مشروعات جديدة يُشرع فيها عام1977م، وبلغ إجمالي ما تم استصلاحه وتنميته حوالي 166484هكتاراً، شاملة المساحات التي تمت زراعتها بالحبوب، كما تم تمليك 868 مزرعة في مشروع الجبل الأخضر، وإنشاء الطرق المعبدة للوصول إليها (سعيد أحمد أبوحليقة، ص ص184،78)




على الرغم من هذا التنوع النباتي والمناخي الذي اتسم به إقليم الجبل الأخضر، وخصوبة تربته الصالحة للزراعة حيث تم إنشاء السدود التعويقية، ومصدات الرياح للحد من تدهور التربة والمحافظة عليها من الانجراف، مما جعل منها منطقة ذات تنوع زراعي محصولي هائل، إلا أن التعديات البشرية المتمثلة في إزالة السدود، وقطع أشجار الغابات وسد مجاري الأودية وممرات عبور المياه جعل من تربتها غير مقاومة للجريان السطحي الناجم عن السيول والفيضانات الفجائية التي تحدث نتيجة للتذبذبات المناخية.

وتأسيساً على ما سبق يمكن **صياغة مشكلة الدراسة** في التساؤلات الآتية:

- ما مدى تأثير العاصفة المطرية دانيال على الأراضي الزراعية في منطقة الدراسة؟
- ما نوع وحجم الأضرار التي خلفتها السيول بمنطقة الدراسة؟

أهداف الدراسة:

- تسليط الضوء على أهم الآثار التي خلفتها السيول في منطقة الدراسة
- محاولة الوصول إلى مقترحات قد تسهم في الحد من تفاقم هذه المشاكل مستقبلاً.

منهجية الدراسة:

- **المنهج الإقليمي**: تم الاعتماد عليه في معرفة الظروف الطبيعية التي تتسم بها منطقة الدراسة وذلك بالتركيز على عنصر المطر كونه العامل الرئيسي في تباين كمية الإنتاج الزراعي.
- **الاسلوب الكمي**: تعتمد الدراسة بشكل اساسي على البيانات المناخية لمحطة أرصاد شحات التي تراوحت ما بين (1960. 2005)، باستخدام المعادلات الرياضية للحصول على: نسبة التركز المطري من خلال المعادلة التالية:

$$\text{نسبة تركز الامطار} = \frac{\text{المجموع الفصلي للامطار}}{\text{المتوسط السنوي العام}} \times 100$$

- **الأسلوب الكمي التحليلي**: حيث تم الاعتماد على تحليل البيانات الكمية في صورة جداول ورسومات بيانية.
- **الأسلوب الإحصائي**: تم الاعتماد على بعض المعادلات الإحصائية لربط العلاقة بين متغيرات الدراسة كالتباين والتفرطح والانحراف المعياري والوسيط وتحديد مستوى الثقة، الخطأ المعياري.

- **الأسلوب الكارتوغرافي:** تم الاعتماد على هذا الأسلوب في رسم الخرائط التوضيحية باستخدام برنامج Arc Map G.I.S 10.5

مصادر الدراسة:

أ- مصادر أولية: اعتمدت هذه الدراسة على المسح الميداني الشامل، عن طريق المعاينة والحصر للمناطق المتضررة.

ب - مصادر ثانوية: الكتب والدوريات والمقالات والرسائل العلمية، والندوات العلمية والمؤتمرات العلمية التقارير والنشرات ذات العلاقة بموضوع الدراسة.

منطقة الدراسة:

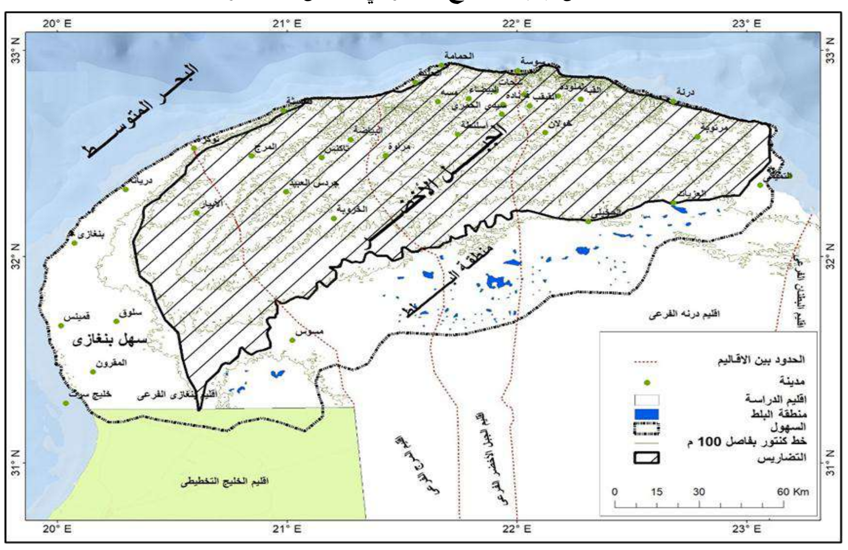
الموقع الجغرافي والفلكي:

يقع إقليم الجبل الأخضر شمال شرق ليبيا، ويمتد من مرتفعات الرجمة غرباً حتى خليج البمبا شرقاً، ومن البحر المتوسط شمالاً حتى نطاق البلط الذي يمثل مستوى القاعدة المحلي للأودية المنحدرة باتجاه الجنوب، ويتسم الجبل الأخضر بالتباين التضاريسي حيث يبلغ متوسط ارتفاع الحافة الأولى 250 متر، والثانية بمتوسط ارتفاع يبلغ 400 متر، والثالثة بارتفاع 880 متر فوق مستوى سطح البحر عند قمة سيدي الحمري، ويتسم إقليم الجبل الأخضر بالتنوع النباتي، وبتربته الخصبة لا سيما في مناطق سهل المرج ومناطق النطاق الأوسط منه، وتشمل المنطقة المعنية بالدراسة إقليم مدينة البيضاء، وماحولها (مسه، الوسيطة، قندولة، مراوة، سلنطة، راس التراب).

أما فلكيا يقع إقليم الجبل الأخضر بين دائرتي عرض31.53.48 و31.53.51 شمالاً، وخطي طول 20.42.33 و22.48.39 شرقاً، شكل (1).



الشكل (1) الموقع الجغرافي للجبل الأخضر



المصدر: العاصي،2020 باستخدام برنامج Arc Map10.5، ص33.

المبحث الأول

توصيف منطقة الدراسة، والأضرار التي لحقت بها:

أولاً : منطقة الوسيطة:

بداية حصر الأضرار تمت من منطقة الوسيطة لكونها المنطقة المتضررة في المزارع الخاضعة للقانون (1970/123)، لوقوعها بين مرتفعات المصطبة الثالثة والمصطبة الثانية بالجبل الأخضر، حيث تنحدر المياه بشكل كبير عن طريق الأودية ومنها (وادي رالس ووادي البرد ووادي الشيص ووادي عديسه (سيل عديسه) وادي الحاسي ووادي البلنج ووادي عين خارقة ووادي الضبع وعقبة الوسيطة)، والعديد منها مختلط بمياه الصرف الصحي مما تسبب في التدفق الكبير للمياه لعدم وجود سدود أو أزاله بعضها مثل سد وادي الحاسي، الذي تم أزالته من قبل بعض المواطنين، مما تسبب في جرف التربة الزراعية لمعظم المزارع الواقعة في نطاقة، وإحداث خنادق بها على طول مساحة المزارع وبعمق (2متر) في بعض المزارع .

الأمر الذي أدي إلى جرف التربة الزراعية وظهور الطبقة الصخرية، وغمر بعض المزارع بالطمي والحجارة وقلع أشجار الغابات والأشجار المثمرة وتضرر محاصيل الفاكهة

مثل العنب والتفاح وكذلك الخضروات، وجرف شبكات الري وغمر بعض البيوت السكنية، وتدمير بعض حظائر الدواجن ونفوق أعداد من الثروة الحيوانية وجرف سياج المزارع وبعض مساكن العمال وتعطيل الآبار والمضخات لعدد من المزارع وقطع التمديدات الكهربائية، بالإضافة إلى جرف العبارات والطرق الزراعية وبعضها أصبح غير صالح للاستعمال، وتعطيل الآلات الزراعية والسيارات الخاصة بالمزارعين .

وتنقسم الأضرار في المزارع كالاتي.

1 . المزارع الأكثر تضرر بالمنطقة حيث تم جرف التربة الزراعية شبه بالكامل وأحداث خنادق وجرف الأشجار المثمرة وأشجار الغابات ونسبة الأضــرار قد تصل 80% تقريباً.

2 . مزارع بها أضرار متوسطة حيث تم أحداث بعض الخنادق بها وجرف بعض المحاصيل الزراعية ونسبة الأضرار تصل 30 %.

3 . مزارع بها أضرار بسيطة (باقي مزارع المنطقة) أحداث بها انجرافات بسيطة للتربة بين أشجار الفاكهة ونسبة الأضرار أقل من 10 % .

ثانياً: منطقة الغريقة والستلونه:

أما المنطقة الثانية فكانت منطقة الغريقة حيث تم جرف كميات كبيرة من الغابات الطبيعية وترب الأودية التـي تمر عبر المزارع والأراضي الخاصـة مثل وادي (زيما – الذي يمتد من منطقة الفائدية إلى منطقة سيدي محمد الحمري)، وأودية الستلونه وفي المدخل الجنوبي لمدينة البيضاء وادي الجبيهيه وسحيم وبلغرى حيث امتداها الي وادي الكوف وجرجار امه، حيث جرفت الغابات الطبيعية بالكامل بمجري الأودية المذكورة وأصبحت جرداء خالية من الغابات والتربة وهذا نظام بيئي تم فقدة، كما جرفت الطرق والعبارات والترب خاصتاً المخصصة لزراعة الحبوب، بوادي الغريقة، مما أدي إلى ظهور طبقات الصخور، وجرف الأشجار المثمرة وأشجار الغابات وتشكل بحيرات من مياه الصرف الصحي بسبب تدمير شبكات تصريف المياه، كما تسبب في تدمير الطرق والبنية التحتية لبعض البيوت والمحلات التجارية، والتي تم بناؤها بالمخالفة للقانون في مجاري الأودية والممرات المائية، مما تسبب في بعض الوفيات بين المواطنين وفقدان بعض الأشخاص، والسبب الرئيسي هو توقف التنمية العمرانية، مما جعل المواطنين يتجهوا بالبناء في الأماكن الخطرة مثل الأودية، لرخص أسعار الأراضي ليوفر السكن

له ولعائلته، بالإضافة إلى نفوق عدد كبير من الثروة الحيوانية من الأغنام والماعز والأبقار بمنطقة ستلونه.(قطاع الزراعة والثروة الحيوانية، البيضاء، (2023)، لجنة حصر الأضرار الزراعية الناتجة عن إعصار دانيال).

ثالثاً: منطقة رأس التراب – البيضاء:

حيث تعتبر منطقة جبلية وتنحدر منها أودية لمنطقة الوسيطة باتجاه الشمال وأودية باتجاه الجنوب في منطقة الغريقة، وهي تقع ضمن المصطبة الثانية علي متوسط ارتفاع 625م فوق مستوى سطح البحر، مما تسبب في جرف التربة الزراعية لبعض المزارع، وجرف بعض أشجار الفاكهة ومصدات الرياح وأحداث خنادق ومستنقعات مائية بها، حيث تم فقد عدد من المواطنين المحلين وكذلك عدد من حيوانات الثروة الحيوانية بالمنطقة .

رابعاً: منطقة مسة:

لا يوجد بها ضرر كبير لكون أغلب المزارع تقع اعلى من مجاري الأودية، عدى بعض الأراضي الخاصة الواقعة جنوب المنطقة والتي تقع ضمن الممر المائي لتدفق أودية منطقة الغريقة ووادي الكوف متجهتا إلى وادي جرجار امه .

خامساً: منطقة أسلطنه:

تأثرت المنطقة من جراء تجمع مياه الجريان السطحي بكميات كبيرة، في أغلب المزارع وتم جرف طبقة التربة الزراعية لبعض المناطق المخصصة لزراعة الحبوب مثل الشعير بشكل جزئي، كما تعطلت محطة الباي وتر للمنطقة، مما سبب في غرقها بمياه الصرف الصحي، وتضرر التربة لبعض المشجرات وخاصتا التي تطل على الطريق العام، وجرف جزء من محطة دواجن أسلطنه، ونفوق عدد من الدواجن وأيضا الأغنام والأبقار .

سادساً: منطقة قندولة:

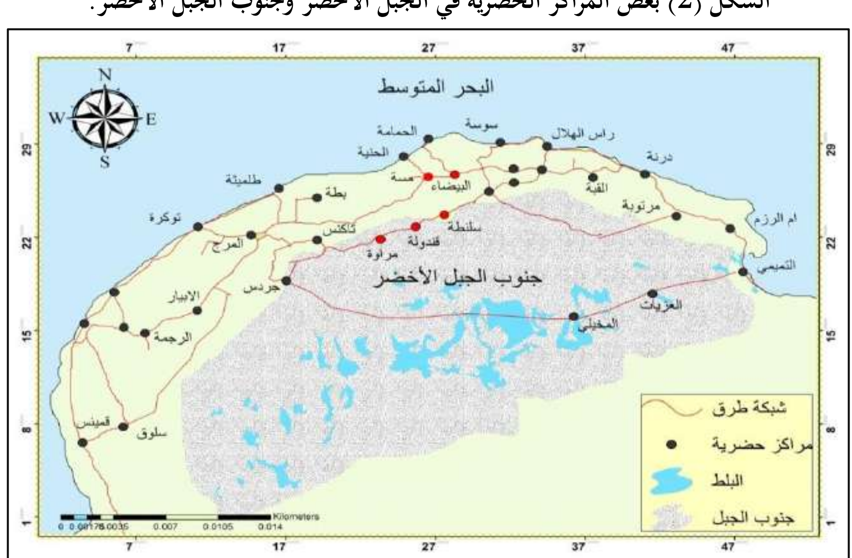
تمتد مساحتها جنوب منطقة الوردية وتصل إلى منطقة البلط جنوباً، وكما تأثرت المنطقة بشكل كبير لوقوعها في مصب العديد من الأودية، وعدم وجود غطاء نباتي كثيف وسدود تعويقيه ومشجرات للتخفيف من الجريان السطحي للمياه، مسببا في أتلاف العديد من المزارع العامة والخاصة ومخازن الأعلاف والحبوب وحضائر تربية الدواجن ونفوق أعداد

كبيرة من الثروة الحيوانية بالمنطقة، وجرف الطرق الرئيسية والزراعية، وهي من ضمن المناطق المنتجة للخضروات، حيث تضررت العديد من مزارع إنتاج الخضر والفاكهة، (طماطم، خيار، كوسا، بطيخ، قرعة، كرنب، فلفل ..الخ بالإضافة لفاكهة التفاح والعنب ومحاصيل الحبوب من القمح والشعير) .

سابعاً: منطقة مراوة:

تأثرت المنطقة من تدفق المياه عبر الأودية عابرة المنطقة باتجاه منطقة قصر ليبيا، مما تسبب في جرف ترب الأراضي الزراعية لبعض المزارع المروية، وردم الآبار وغمر المزارع بالطمي وقطع الطرق الرئيسية والزراعية بالمنطقة، وهي تعتبر من اكبر المناطق المنتجة للخضر، بالإضافة إلى إنتاج محاصيل الحبوب من القمح والشعير عبر دورة زراعية، كما يوجد بها مزارع إنتاج الفاكهة مثل العنب والتين والرمان والزيتون، حيث فقدة المنطقة جزء من مخازن الأعلاف وبعض الثروة الحيوانية غرقا بالمياه في حضائرها أو جرفا إلى منطقة البلط.

الشكل (2) بعض المراكز الحضرية في الجبل الأخضر وجنوب الجبل الاخضر.



المصدر: من عمل الباحثين باستخدام برنامج Arc Map10.5

المبحث الثاني

تذبذب معدلات هطول الأمطار في محطة شحات:

تذبذب كمية الأمطار وعدم انتظام توزيعها:

تتسم أمطار منطقة الدراسة بالتذبذب الشديد في كميات الأمطار السنوية وعدم انتظام توزيعها على أشهر السنة، فمن خلال الجدول (1) يتضح لنا مدى التفاوت في كمية الأمطار من سنة لأخرى، فالمعدل السنوي للأمطار في منطقة شحات ينخفض بشكل واضح في بعض السنوات، في حين يكون المعدل كبيراً يصل أحياناً إلى ضعف المعدل السنوي، وتميزت محطة شحات بالتفاوت– بالزيادة والنقصان عن المتوسط العام– الذي يبلغ حوالي (4. 566ملم)، حيث امتازت بعض السنوات بسقوط كميات كبيرة تفوق المتوسط، بينما شهد بعضها الآخر سقوط كميات قليلة من الأمطار قلّت عن المتوسط السنوي العام، ففي عام (1961م) بلغت كمية الأمطار الساقطة في هذه المحطة حوالي (6. 801 ملم) بزيادة قدرها (4. 566 ملم)، في حين بلغت كمية الأمطار في سنة (1962م) حوالي (766.2ملم) بمعدل زيادة حوالي (199.0 ملم) عن المتوسط السنوي العام، ثم انخفضت انخفاضاً شديداً في السنتين اللاحقتين عن المتوسط السنوي بحوالي (5 .98ملم) في عام 1963، و(2. 75ملم) عام 1964 .ثم عاودت كمية الأمطار في الزيادة مرة أخرى عن المتوسط وذلك خلال الفترة من عام (1965 - 1969م)، حيث سَجّلت أعلى معدل لها في هذه الفترة من سنة (1968م) الذي بلغ حوالي (1. 151ملم)، ويلاحظ أن كمية الأمطار أخذت اتجاها نحو الهبوط من عام (1970 - 1975م) فهبطت عن المتوسط في عام(1975م) إلى حوالي (8. 140ملم) الشكل (3) يوضح ذلك.

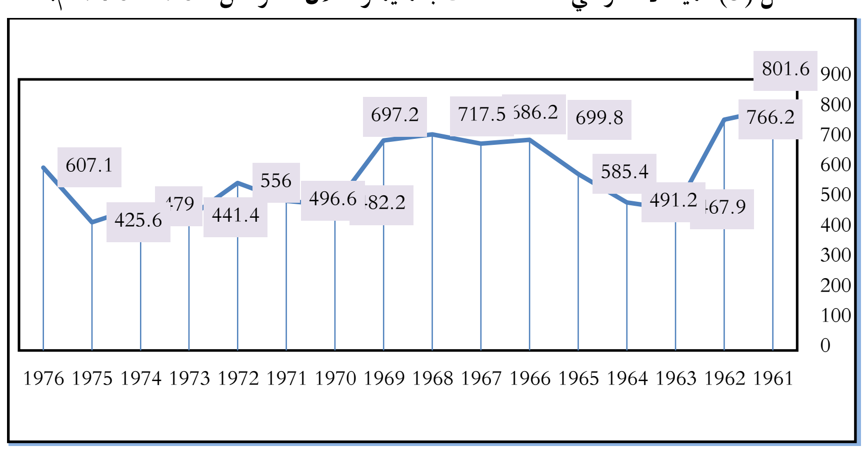
واستمرت كمية الأمطار بين الزيادة والنقص عن المتوسط السنوي العام حتى عام (1990م) التي سجلت أكبر كمية أمطار في المحطة حيث بلغت حوالي (8 .834ملم) بزيادة قدرها حوالي (268.4ملم) عن المتوسط العام، شكل (4)، ثم أخذت كميات الأمطار تتفاوت في كمياتها من سنة لأخرى، حتى بلغ معدل النقصان عام (2005م) حوالي (55.9 ملم). (العمروني، وآخرون،2023، ص94).

جدول (1) تذبذب كميات الأمطار السنوية (بالملم) في محطة شحات عن المتوسط السنوي العام (566.4) (1961–2005).

السنوات	كميات الأمطار السنوية	معدل التذبذب بالزيادة أو النقص عن المتوسط السنوي العام (*)	السنوات	كميات الأمطار السنوية	معدل التذبذب بالزيادة أو النقص عن المتوسط السنوي العام	السنوات	كميات الأمطار السنوية	معدل التذبذب بالزيادة أو النقص عن المتوسط السنوي العام
1961	801.6	+235.2	**1977**	660.2	+93.8	**1993**	442.9	-123.5
1962	766.2	+199.8	**1978**	706.6	+140.2	**1994**	658.6	+92.2
1963	467.9	-98.5	**1979**	542.1	-24.3	**1995**	514.3	52.1
1964	491.2	-75.2	**1980**	391.8	-174.6	**1996**	485.7	80.7
1965	585.4	+19.0	**1981**	725.3	+158.9	**1997**	576.3	+9.9
1966	699.8	+133.4	**1982**	410.0	-156.4	**1998**	580.5	+14.1
1967	686.2	+119.8	**1983**	652.5	+86.1	**1999**	396.6	169.8
1968	717.5	+151.1	**1984**	463.2	-103.2	**2000**	472.4	-94.0
1969	697.2	+130.8	**1985**	553.1	-13.3	**2001**	616.2	+49.8
1970	482.2	-84.2	**1986**	481.2	-85.2	**2002**	419.3	-147.1
1971	496.6	-69.8	**1987**	559.2	-7.2	**2003**	640.0	+73.6
1972	556.0	-10.4	**1988**	706.1	+139.7	**2004**	541.6	-24.8
1973	441.4	-125.0	**1989**	568.8	+2.4	**2005**	622.3	+55.9
1974	479.0	-87.4	**1990**	410.3	-156.1			
1975	425.6	-140.8	**1991**	834.8	+268.4			
1976	607.1	+40.7	**1992**	455.3	-11.1			

المصدر: ناصر علي مفتاح العمروني، وآخرون، مجلة العلوم الانسانية والاجتماعية، غزة، العدد الأول، 2023، ص95.

الشكل (3) كمية الأمطار في محطة شحات بالمليمتر خلال الفترة من 1961–1976م.



المصدر : الجدول رقم (1) .

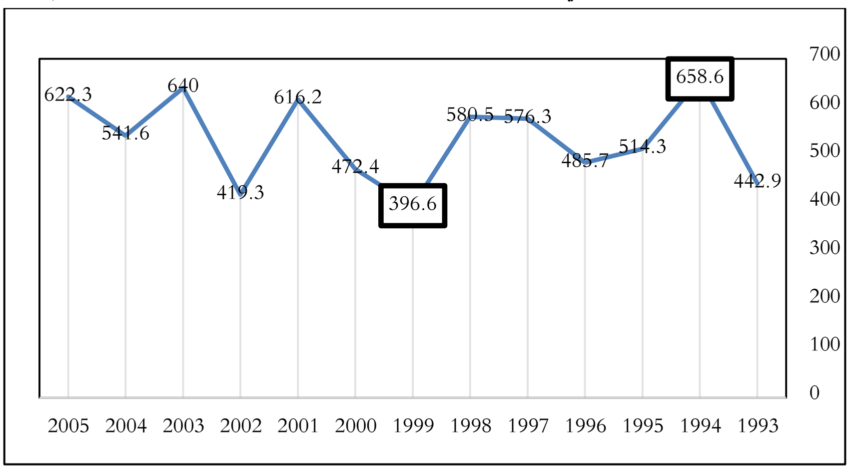
جدول (2) كميات الأمطار السنوية (بالملم) والمتوسطات المتحركة الثلاثية

في محطة شحات عن المتوسط السنوي العام (566.4) (1961–2005)

السنوات	كميات الأمطار السنوية	المتوسطات المتحركة الثلاثية	السنوات	كميات الأمطار السنوية	المتوسطات المتحركة الثلاثية	السنوات	كميات الأمطار السنوية	المتوسطات المتحركة الثلاثية
1961	801.6	–	**1977**	660.2	558.0	**1993**	442.9	518.9
1962	766.2	678.6	**1978**	706.6	636.3	**1994**	658.6	538.6
963	467.9	575.1	**1979**	542.1	546.8	**1995**	514.3	525.9
1964	491.2	514.8	**1980**	391.8	553.1	**1996**	485.7	525.4
1965	585.4	592.1	**1981**	725.3	509.0	**1997**	576.3	547.5
1966	699.8	657.1	**1982**	410.0	595.9	**1998**	580.5	517.8
1967	686.2	701.7	**1983**	652.5	508.6	**1999**	396.6	483.2
1968	717.5	700.3	**1984**	463.2	556.3	**2000**	472.4	495.1
1969	697.2	632.3	**1985**	553.1	500.2	**2001**	616.2	502.6
1970	482.2	558.7	**1986**	481.2	531.2	**2002**	419.3	558.5
1971	496.6	511.6	**1987**	559.2	582.2	**2003**	640.0	533.6
1972	556.0	498.0	**988**	706.1	611.4	**2004**	541.6	601.3
1973	441.4	492.1	**1989**	568.8	561.7	**2005**	622.3	–
1974	479.0	448.7	**1990**	410.3	604.6			
1975	425.6	503.9	**1991**	834.8	566.8			
1976	607.1	564.3	**1992**	455.3	577.7			

المصدر: ناصر علي مفتاح العمروني، وآخرون، نفس المرجع السابق، ص96.

الشكل (4) كمية الأمطار في محطة شحات بالمليمتر خلال الفترة من 1961–1976م.



المصدر : الجدول رقم (2) السابق .

اتجاهات التغير في كميات الأمطار:

تمت دراسة المتوسطات السنوية لكميات الأمطار وتحليليها في محطات منطقة الدراسة خلال الفترة الممتدة من سنة (1960–2005م)؛ وذلك لمعرفة الاتجاه العام للأمطار وكذلك فترات الرطوبة والجفاف .

أ- الاتجاه العام للأمطار :

لمعرفة ما إذا كان الاتجاه العام للأمطار متجهاً نحو الزيادة أو النقصان، لابد من تقسيم البيانات المطرية لسنوات الدراسة في كل محطة إلى فترتين متساويتين ثم نحسب المعدل العام لكل فترة منها، بعدها نخرج الفرق بين مجموع الفترتين والفرق بين المتوسطين، ليتسنى لنا معرفة معدل التغير السنوي هل هو بالزيادة أم النقصان. (العمروني، وآخرون، 2023، ص97).

جدول (3) اتجاهات التغير العام في كميات الأمطار السنوية في محطات شحات.

عدد سنوات التسجيل	مجموع الفترة الأولى (بالملم)	متوسط الفترة الأولى (بالملم)	مجموع الفترة الثانية (بالملم)	متوسط الفترة الثانية (بالملم)	الفرق بين مجموع الفترتين(بالملم)	الفرق بين لمتوسطين (بالملم)	معدل التغير السنوي بالزيادة والنقص (بالملم/سنة)	ملاحظات
44	12836.9	583.5	11998.7	545.4	838.2	38.1	1.7	نقصان

المصدر: ناصر علي مفتاح العمروني، وآخرون، نفس المرجع السابق،ص98.

فمن خلال الجدول (3) نجد أن الاتجاه العام لكميات الأمطار السنوية في شحات يتجه نحو التناقص، فقد بلغ متوسط نصف الفترة الأولى إلى (583.5ملم)، وانخفض هذا المتوسط في نصف الفترة الثانية إلى (545.4ملم) بفارق سلبي بلغ حوالي (38.1ملم) ومعدل تغير سنوي وقدره (1.7ملم/سنة).

ب- فترات الرطوبة والجفاف :

من خلال تحليل المتوسطات الثلاثية لمحطات الدراسة، لوحظ أن كميات الأمطار السنوية في بعض السنوات تتجه نحو الزيادة عن خط الاتجاه العام، التي تعرف بفترات الرطوبة وتتناقص كمية الأمطار في سنوات أخرى عن ذلك الخط، وتعرف بفترات الجفاف فمن خلال الجدول(4)، والشكل (5)، أُستنتج أن منطقة شحات تعرضت لعدة فترات رطبة مطيرة وأخرى جافة، وهي على النحو التالي:

جدول (4) فترات الرطوبة والجفاف من خلال المتوسطات المتحركة الثلاثية في محطات منطقة الدراسة.

المحطة / الفترات	شحات	مجموع الفترات
فترات الرطوبة	7	7
فترات الجفاف	9	9

المصدر: ناصر علي مفتاح العمروني، وآخرون، نفس المرجع السابق، ص99.

1- فترات الرطوبة :

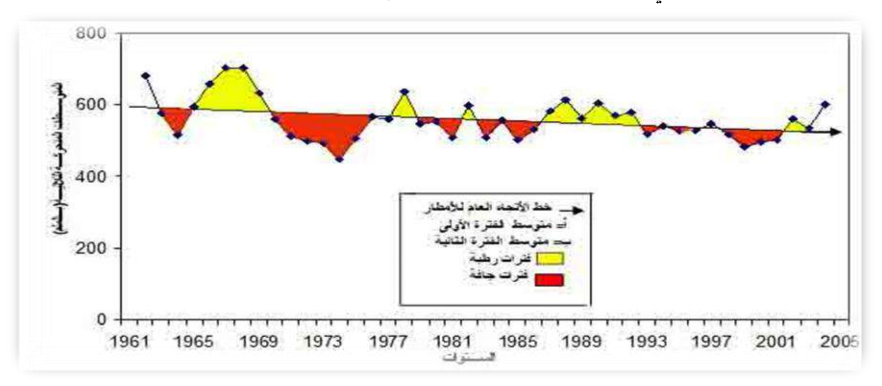
مرت محطة شحات بسبع فترات رطبة، بدأت الأولى عام (1962م)،واستمرت الفترة الرطبة التي تليها (5سنوات) ابتداءً من عام (1965-1969م)،حيث بلغت المتوسطات المتحركة الثلاثية فيها حوالي (3283.5ملم)، أما الفترتان الثالثة والرابعة فكانتا قصيرتين فاستمرت سنة واحدة، في سنة(1978م)والأخرى عام(1982م)،ودامت الفترة الخامسة (6 سنوات) من سنة (1987-1992م)،وكانت أكثر الفترات رطوبة في المحطة حيث بلغت المتوسطات المتحركة فيها حوالي (3504.4ملم)، وكانت الفترة السادسة قصيرة استمرت سنة واحدة هي سنة (1997م)، ودامت فترة الرطوبة الأخيرة لمدة (4سنوات) من سنة (2002-2005م) فقد كانت المتوسطات المتحركة الثلاثية فيها حوالي (1693.4ملم)، (العمروني، وآخرون، 2023، ص100).

2-فترات الجفاف:

ترتبط كلمة الجفاف بالمناخ قليل الأمطار مرتفع درجة الحرارة، ويعرف بأنه فترة زمنية طويلة لا تسقط فيها الأمطار، وتكون هذه الفترة كافية لكي تسبب عدم اتزان مائي في النباتات التي تعيش في تلك المنطقة التي يسودها الجفاف، ويقع الضرر على هذه النباتات لكونها قد تأقلمت على متوسطات أمطار معينة، فإذا تغيرت هذه المتوسطات بالزيادة أو النقصان فإن ذلك يؤثر تأثيراً سلبياً على النباتات، فقد شهدت محطة شحات تسع فترات جافة، امتدت الفترة الأولى سنتين من سنة (1963-1964م)، وبلغ طول الفترة الثانية (6سنوات) من سنة (1970-1975م)، وكانت هذه الفترة أشد الفترات جفافاً، حيث تدنت فيها المتوسطات الثلاثية سنة (1974م) إلى حوالي (448.7ملم)، في حين استمرت الفترة الجافة الثالثة سنة واحدة هي سنة (1977م)، ثم بعد ذلك تلتها ثلاث سنوات جافة

ما بين عامي (1979-1981م)، شكل (5) أما فترة الجفاف الخامسة فقد كانت قصيرة امتدت لعام واحد وهو (1983م)، ولم تتجاوز الفترة الجافة التي أعقبت هذه الفترة سوى سنتين من سنة (1985-1986م)، كما شهدت سنة (1993م) فترة جافة قصيرة، وامتدت فترة الجفاف الثامنة بين عامي (1990-1994م)، أما فترة الجفاف الأخيرة فقد بدأت عام (1997م) وانتهت عام 2000 (العمروني، وآخرون، 2023، ص100).

شكل (5) المتوسطات المتحركة الثلاثية وخط الاتجاه العام وفترات الرطوبة والجفاف في محطة شحات خلال الفترة من (1961-2005)



المصدر: بيانات جدولين، (3،4).

إذا نظرنا إلى جدول (5) يتضح أن عدد السنوات التي تفوق أمطارها المتوسط السنوي العام في شحات وصل إلى (39 سنة) في شهر ديسمبر بمعدل 114.4 مليمتر .بمتوسط سنوي بلغ 538.4 مليمتر خلال تلك الفترة كما يتضح أنه يتركز هطول الأمطار في محطة شحات في أشهر الشتاء يناير فبراير ديسمبر ويزداد عدد أيام الأمطار في محطة شحات ليصل في متوسطه إلى 75 يوماً من الأمطار.

جدول (5) التوزيع الشهري السنوي لهطول الأمطار في محطة شحات بالمليمتر خلال الفترة من 1971-2010م.

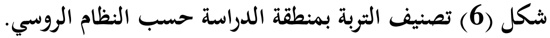
الشهر	يناير	فبراير	مارس	ابريل	مايو	يونيو	يوليو	اغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	المتوسط
كمية الأمطار	112.6	89.9	64.9	26.1	7.6	0.4	0.7	1.1	8.6	45.1	67.0	114.4	538.4
المتوسط الشهري للأيام الممطرة	14.6	12.1	9.2	4.5	2.2	0.4	0.4	0.3	2.5	6.7	9.5	13.4	75.61

المصدر: المركز الوطني الليبي للأرصاد الجوية، طرابلس، 2012.

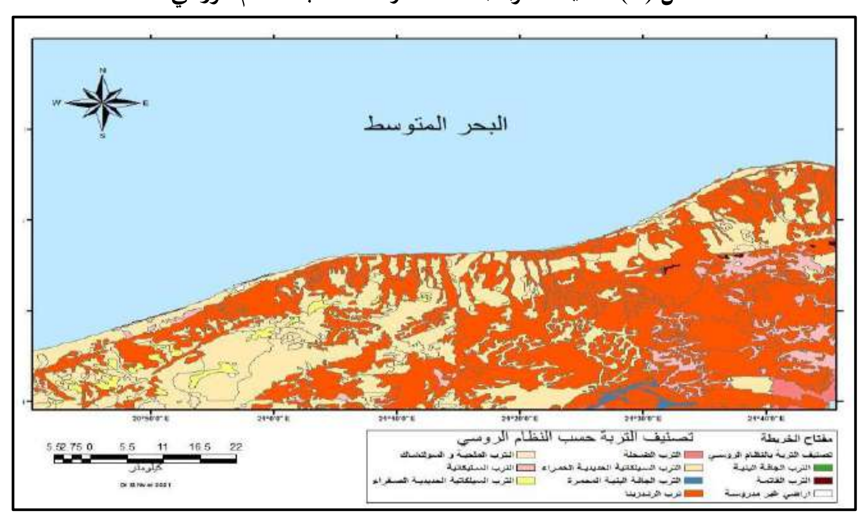
المبحث الثالث

أضرار السيول على المحاصيل الزراعية بمنطقة الدراسة

تغطي التربة مساحات شاسعة من سطح الأرض، ويتراوح سمكها بين بوصات وأقدام عدة، وتتكون من ذرات الصخور المفتتة بالتعرية الهوائية، والبقايا العضوية النباتية والحيوانية، إضافة إلى الكائنات العضوية، والبكتيريا التي لولاها ما كانت هناك تربة (Guha,J.L.& Ranjan, 1987, p249)، الشكل (6)، كما تعد صلاحية التربة وقدرتها الإنتاجية محصلة نهائية لخواص الأرض الكيميائية والطبيعية، فجودة الأراضي تتوقف على نوعية درجات القدرة الإنتاجية التي تتميز باختلاف صفات التربة، وأنواع الزراعات التي تنمو في تلك الأراضي، بالإضافة إلى تكوينات التربة، والقدرة الإمدادية للعناصر الغذائية والمواد العضوية الضرورية لنمو النباتات، والعوامل المناخية، والغطاء النباتي (المظفر، د.ت، ص56). الشكل (7) ولقد تعرضت معظم المناطق في الجزء الأوسط من الجبل الأخضر إلى تأثير السيول الجارفة التي أحدثت آثاراً تدميرية هائلة في المباني والمنشآت والطرق، بالإضافة إلى جرف التربة بكميات كبية جداً ناهيك عن نفوق أعداد هائلة من الحيوانات، هذا وقد أثرت السيول الجارفة في خسارة المحاصيل الزراعية، وتخريب مئات الهكتارات من الأراضي الزراعية، وتدمير السدود التعويقية.



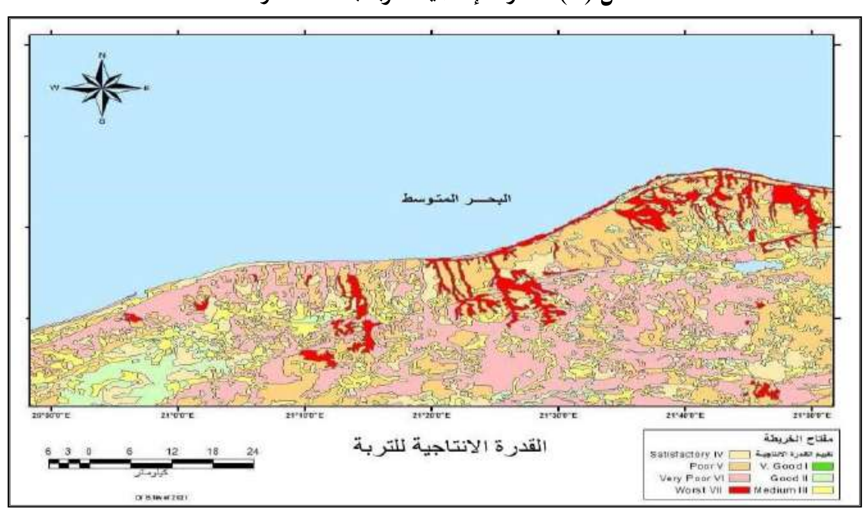
شكل (6) تصنيف التربة بمنطقة الدراسة حسب النظام الروسي.



المصدر: من عمل الباحثين باستخدام برنامج Arc Map10.5

وتعد المناطق الواقعة في الجزء الشمالي من منطقة الدراسة أكثر أضراراً من المناطق الواقعة في جنوبها، نظراً لهطول كميات أمطار عالية، بالإضافة إلى صعوبة التضاريس من حيث شدة الانحدار بها، ومما زاد الأمر سوءاً في هذه المناطق هو التعدي على مجاري الأودية سواء بالبناء العشوائي، أو بالردم، كما أن للسدود التعويقية دوراً مهماً في تخفيف سرعة المياه المندفعة من أعالي الأودية باتجاه مصباتها، وفي حفظ التربة وحمايتها من الانجراف بفعل المياه الجارية والسيول، إلا أن معظم هذه السدود قد تعرض للعبث والتخريب والدمار من قبل السكان والمزارعين في هذه المناطق، مما أدى إلى جرف التربة وخسارة المحاصيل الزراعية، وتوضح الجداول التالية نسبة الاضرار في المحاصيل الزراعية في بعض المزارع بالمناطق المتضررة.

شكل (7) القدرة الإنتاجية للتربة بمنطقة الدراسة.



المصدر: من عمل الباحثين باستخدام برنامج Arc Map10.5

أضرار السيول على المحاصيل الزراعية حسب المناطق المتضررة:

يؤدي التركيب المحصولي في منطقة الدراسة دوراً مهماً في توضيح العلاقة بين مقومات الزراعة في المنطقة والإنتاج الزراعي، كما يوضح التباين في مستويات الإنتاج في المناطق التي يجب الاهتمام بها، وتنميتها زراعياً، للوصول بها إلى أقصى استفادة ممكنة، (العاصي؛ 2020، ص214) ومن الجداول (6-7-8-9-10-11-12-13) يظهر أثر الضرر على المحاصيل الزراعية.

جدول (6) اضرار السيول على المحاصيل الزراعية في منطقة البيضاء المركز.

	نسبة الأضرار %						
المزرعة	كرنب	زهرة	زيتون	تفاح	عنب	لوزيات	ليمون
1	80	80	=	80	95	100	=
2	=	=	=	75	50	=	=
4	=	=	=	75	=	=	=
5	=	=	=	=	=	=	80
6	=	=	50	=	=	=	=
7	=	=	=	75	=	=	=
8	=	=	=	50	=	40	=
9	=	=	50		25	25	=

المصدر: لجنة حصر الاضرار بقطاع الزراعة والثروة الحيوانية البيضاء. 17 .9 .2023م.

بالنظر للجدول (6) نجد أن مستوى الضرر على مستوى المحاصيل تركز بشكل واضح محصول أشجار التفاح التي كان معدل الضرر بها يتراوح من 50-80% بالنسبة لعدد المزارع المحصورة في منطقة البيضاء المركز. كذلك الأمر بالنسبة لمنطقة مسة فمن خلال الاطلاع على الجدول (7) نجد أن محصول أشجار التفاح تأثرت بشكل كبير جراء حدوث السيول فقد بلغت تراوحت نسبة الأضرار بها ما بين 50-80%تله في نسب الأضرار محصول العنب والخوخ فقد بلغت النسبة من 50-95% للعنب ومن 60-80% للخوخ.

جدول (7) اضرار السيول على المحاصيل الزراعية في منطقة مسة.

	نسبة الأضرار %						
المزرعة	طماطم	رمان	عوينة	تفاح	عنب	خوخ	تين
1	=	=	=	80	=	=	=
2	=	=	=	80	95	=	=
3	=	=	80	80	80	80	80
4	60	=	=	=	=	=	=
5	=	40	=	70		60	=
6	=	=	50		50	50	=
7	=	=	=	80	80	=	=
8	70	70	=	=	=	=	=
9	75	=	=	=	=	=	=
10	=	=	=	60	=	60	=
11	=	=	=	60	=	=	=
12	=	=	=	=	=	=	60
13	=	=	=	50	=	=	=
14	=	=	=	50	=	=	=
15	=	=	=	50	=	=	=
16	=	=	=	50	=	=	=

المصدر: لجنة حصر الاضرار بقطاع الزراعة والثروة الحيوانية البيضاء. 17 .9 .2023م.

جدول (8) اضرار السيول على المحاصيل الزراعية في منطقة ستلونة.

نسبة الأضرار %								
المزرعة	زيتون	عنب	برقوق	رمان	تين	تفاح	خوخ	كمثرى
1	=	=	=	=	=	50	30	=
2	=	=	=	=	=	75	50	=
3	=	=	=	=	=	90	90	90
4	=	=	=	=	=	80	80	=
5	=	=	=	50	50		50	=
6	=	90	90	=	=	90	90	=
7	40	40	=	=	40		40	=
8	55	=	55	=	=	=	=	=
9	50	=	=	=	60	=	=	=
10	40	=	=	=	=	=	=	=
11	40	40	30	30	=	=	=	=
12	80	80	80	=	=	=	=	=
13	50		50	=	=	=	=	=
14	80	80	=	80	=	=	=	=
15	50	70	=	=	=	=	30	=
16	50	70	=	=	50	=	=	=
17	50	70	=	=	=	=	=	=
18	50	70	=	=	70	80	=	=
19	50	70	=	=	70	80	=	=
20	50	70	=	=	70	80	=	=
21	50	60	=	=	40	80	=	=
22	70	60	=	=	60	80	=	=
23	=	=	75	=	=	90	75	=
24	=	=		=	=		=	=
25	=	=	50	=	=	75	=	=
26	=	=	=	=	=	=	=	=
27	30	=	=	=	=	=	50	=
28	=	=	=	=	=	=		=
29	=	60	60	=	=	=	60	=
30	=		=	=	=	=	=	=
31	=	50	=	=	50	=	=	=

المصدر: لجنة حصر الاضرار بقطاع الزراعة والثروة الحيوانية البيضاء. 17 .9 .2023م.

جدول (9) اضرار المحاصيل اضرار السيول على المحاصيل الزراعية في منطقة قندولة.

نسبة الأضرار %								
المزرعة	**فلفل**	**كوسا**	**طماطم**	**كرنب زهرة**	**بصل**	**تفاح**	**عنب**	**لوزيات**
1	=	=	=	80	=	=	=	=
2	=	=	=	=	=	60	=	=
3	80	=	=	=	=	=	=	=
4	=	=	=	=	=	=	=	=
5	=	60	=	=	=	=	=	=
6	=	=	100	=	=	=	=	=
7	=	=	80	=	=	=	=	=
8	=	40	40	=	=	=	=	=
9	=	=		=	=	80	=	=
10	=	=	90	=	=	=	=	=
11	80	80	80	=	=	=	=	=
12	80	20	80	=	=	=	=	=
13	=	=	=	=	80		75	=
15	=	90	=	=	=	=	=	=
16	=	=	90	90	=	=	=	=
17	=	=	40	=	=	=	=	=
18	=	=	=	=	=	=	60	=

المصدر: لجنة حصر الاضرار بقطاع الزراعة والثروة الحيوانية البيضاء. 17 .9 .2023م.

جدول (10) اضرار السيول على المحاصيل الزراعية في منطقة الوسيطة.

نسبة الأضرار %										
المزرعة	**طماطم**	**فلفل**	**كوسا**	**بطيخ**	**خيار**	**تفاح**	**عنب**	**لوز**	**خوخ**	**مشمش**
1	=	=	=	=	=	=	90	=	=	=
2	=	=	=	=	=	50	=	=	=	=
3	80	80	=	=	=	=	=	=	=	=
4	80	=	=	=	=	=	=	=	=	=
5	80	=	80	=	=	=	=	=	=	=
6	80	=	=	=	=	=	80	=	=	=
7	80	=	=	80	70	=	40	=	=	=
8	=	=	=	=	=	95	10	95	95	95
9	=	=	=	=	=	=	=	=	90	=
10	=	80	80		80	=	=	=	=	=
11	60	=	=	=	=	=	=	=	=	=
12	=	=	=	=	=	75	75	=		=
13	=	=	=	=	=	=	50	=	50	=
14	=	=	=	=	80	=	=	=		=
15	=	=	=	=	=	20	=	15	10	25
16	80	=	=	80	=	=	=	=	=	=
17	=	60	=	=	60		=	=	=	=
18	=	=	=	=	=	50	50	=	=	=
19	=	=	=	=	=	=	=	=	50	
20	90	=	=	=	=	=	=	=	=	=
21	80	=	=	=	=	=	=	=	=	=
22		=	30	=	70	=	=	=	=	=

المصدر: لجنة حصر الاضرار بقطاع الزراعة والثروة الحيوانية البيضاء. 17 .9 .2023م.

جدول (11) اضرار السيول على المحاصيل الزراعية في منطقة مراوة.

نسبة الأضرار %									
المزرعة	فاصوليا	قرعة	كوسا	طماطم	فلفل	دلاع	سلاطة	خيار	عنب
1	60	40	=	=	=	=	=	=	=
2	=	=	=	80	60	=	=	60	70
3	90		=	=	=	=	=	=	=
4	=	70	=	=	=	=	=	=	=
5	=	80	=	=	=	80	=	80	=
6	=	=	=	80	80		80	=	=
7	=	=	70	70	70		70	=	=
8	=	30	=	=	=	=	=	=	=
9	=	=	=	70	70	=	=	=	=
10	=	50	=	=	=	=	=	=	=
11	=	=	=	=	=	=	80	=	=
12	=	=	=	70	70	=	60	=	=
13	=	=	=	70	=	70	=	=	=
14	=	=	=	70	=	=	=	=	=
15	=	=	=	60	60	=	60	=	=
16	=	=	=	=	=	=	=	=	95
17	=	=	60	=	60	=	60	=	=
18	=	=		80	80	=	80	=	=
19	=	=	=	=	=	=	=	=	=
20	60	=	60	80	=	=	80	=	=
21	=	=	=	=	=	=	80	=	=

المصدر: لجنة حصر الاضرار بقطاع الزراعة والثروة الحيوانية البيضاء. 17 .9 .2023م.

جدول (12) اضرار السيول على المحاصيل الزراعية في منطقة جردس الجراري.

نسبة الأضرار %							
المزرعة	لوز	خوخ	عنب	تين	تفاح	زيتون	رمان
1	50	50	50	50	=	=	=
2	=	=	10	20	=	20	20
3	30	=	=	=	=	40	=
4	40	=	60	=	50	30	=
5	50	50	=	=	50	=	=
6	70	=	=	70	=	=	=

المصدر: لجنة حصر الاضرار بقطاع الزراعة والثروة الحيوانية البيضاء. 17 .9 .2023م.

جدول (13) اضرار السيول على المحاصيل الزراعية في منطقة اسلنطة

المزرعة	نسبة الأضرار %					
	قمح	شعير	تبن	خضروات	فاكهة	مصدات رياح
1	=	=	=	50	=	=
2	=	=	=	=	75	100
3	=	=	=	75	=	=
4	=	=	50	=	=	=
5	=	20	=	=	=	75
6	=	70	60	=	=	=
7	=	=	=	=	60	=
8	=	=	=	50	=	=
9	=	=	=	=	75	100
10	=	=	=	75	=	=
11	=	=	50	=	=	=
12	=	20	=	=	=	75

المصدر: لجنة حصر الاضرار بقطاع الزراعة والثروة الحيوانية البيضاء. 17 .9 .2023م.

المبحث الرابع

التحليل الإحصائي للبيانات

التحليل الإحصائي هو العلمية التي يقوم الباحث من خلالها بتجهيز البيانات العلمية، وتحضيرها لكي يقوم بإجراء التحليل عليها، واستخراج معلومات تفيد البحث العلمي من خلالها، بحيث تكون هذه المعلومات جديدة وذات فائدة قيمة. كما يُعرف التحليل الإحصائي أيضا بأنه العلمية التي يقوم الباحث من خلالها بالحديث عن مجتمع ما، وشرح صفات هذه المجتمع، وتحديد المميزات التي تميز هذا المجتمع عن باقي المجتمعات، ولكي يصل الباحث إلى المعلومات التي تميز المجتمع عن باقي المجتمعات عليه أن يقوم بأخذ عينة من المجتمع، لكي يجري عليها دراسة وفق أسس منطقية، ويستخرج منها الصفات التي يمكن تعميمها على المجتمع، وبالتالي تحديد صفاته المميزة.

جدول (14) المساحات الزراعية بالهكتار وكمية انجراف التربة
بمناطق الستلونة، قندولة، مسة، سلنطة لعام 2023م.

السلتونة		قندولة		مسة		سلنطة	
المساحة هكتار	الانجراف م^3	المساحة هكتار	الانجراف م^3	المساحة هكتار	الانجراف م^3	المساحة هكتار	الانجراف م^3
15	90	5	40		30	10	10
3	100		10	50	70	1.5	30
2.5	60	40	10	5	15	2	80
20	30	15	10	10	50	1	80
5	60	6	30	3.5	15	30	70
1.5	20	60	60	16	40		50
1.6	25	12	30		20		50
15	50	52	40	46	40		50
20	60	5	80	4	20		50
20	45	8	50	7	35		
3	50	6	60	5	40		50
7	60		75	2	30		
10	75	25	75	4	40		
1	50	40	80	50	30		60
4	60	20	30	8	10		
4	50	20	40	8	10		60
2.5	50	4	20	10	15		
9	50		40	3	10		
3	50		60	4	15		
15	60		50	3	15		
18	50		60	20	20		50
12	50		60	5	20		
17	50		50	7	30		50
12	50		50	4	30	2	40
38	80		30	8	30	9	45
10	60		50	282.5	680	7	50
65	30	25	30			4	20
10	10	63	40			6	80

20	6.4			50	24	30	**35**
15	3.5				2	30	**40**
40	5			20	8	40	**4**
40	10				4	15	**1**
10				40	2	50	**35**
1100	97.4			30	3	60	**10**
				40	6	80	**4**
				30	5	50	**10**
				20	5	30	**3**
				40	6	30	**3**
				40	5	80	**3**
				60	9	50	**4**
				66	10	60	**5**
				80	12	40	**3**
				75	3	50	**10**
				50	2	2170	**514.1**
				50	21		
				40	1.5		
				60	3		
				50	5		
				80	10		
				80	10		
				60	6		
				50	10		
				80	7		
				80	1		
				80	30		
				80	45		
				60	3.5		
				2751	665		

المصدر: اعداد الباحثين اعتماداً على بيانات لجنة حصر الاضرار بقطاع الزراعة والثروة الحيوانية، البيضاء،2023م.

جدول (15)المساحات الزراعية بالهكتار وكمية انجراف التربة
بمناطق البيضاء، مراوة، الوسيطة، جردس جراري لعام 2023م.

جردس جراري		مراوة		الوسيطة		البيضاء المركز	
المساحة هكتار	الانجراف م3	المساحة هكتار	الانجراف م3	المساحة هكتار	الانجراف م3	المساحة هكتار	الانجراف م3
45	80	40	20	7	5	64	50
140	80	31	5	12	80	40	50
1.5	20	40	50	20	75	40	20
30	30	14	20	120	75	18	20
25	70	50	30	5	15	15	50
4.2	30	25	10	35	15	10.5	30
245.7	310	35	30	6	30	6	50
		10	60	40	50	5	60
		25		4	70	4	40
		3	20	15	80	4	30
		35		10	80	3.5	30
		6	20	8	40	2	30
		10	10	6	40	2	50
		24	10	8	60	1.5	50
		8	15	60	65	1	60
		16	10	10	50	216.5	620
		5	10	2	30		
				9	30		
		8	10	3	40		
		20		10	50		
		12		6	40		
		10	25	4	40		
		60	60	4.4	30		
		75		18	50		
		15	40	8	50		
		3	30	20	25		
		580	485	1.4	15		
				15	30		
				46	50		
				17	10		
				529.8	1320		

المصدر: اعداد الباحثين اعتماداً على بيانات لجنة حصر الاضرار بقطاع الزراعة والثروة الحيوانية، البيضاء،2023م.

التحليل الإحصائي للعلاقة بين المساحة المتضررة وانجراف التربة:

جدول (16) التحليل الاحصائي للعلاقة بين المساحة المتضررة
وانجراف التربة بمنطقة البيضاء المركز

the value	variable
50	Mean
6.546537	Standard Error
50	Median
60	Mode
18.5164	Standard Deviation
342.8571	Sample Variance
-1.8E-15	Kurtosis
5.29E-17	Skewness
60	Range
20	Minimum
80	Maximum
400	Sum
8	Count
80	Largest(1)
20	Smallest(1)
15.4801	Confidence Level(95.0%)

المصدر: من عمل الباحثين باستخدام برنامج التحليل الاحصائي spss

بلغ مجموع الأراضي المتضررة بمنطقة البيضاء المركز (216.5) هكتار، في حين أن كمية التربة التي تعرضت للانجراف بلغت (620) م^3، ومن تحليل العلاقة الإحصائية بين المساحة المتضررة، وانجراف التربة، بمنطقة البيضاء المركز من خلال الجدول (13)، بلغ معدل الخطأ المعياري التقليدي (6.546537)، أما قيمة الوسيط بين المتغيرين بلغت (50)، أما الانحراف المعياري بلغت قيمته (18.5164)، وقيمة التباين في العينة بلغت (342.8571)، أما معامل التفرطح بلغت قيمته (-1.8E-15)، وانحراف عام قدره (5.29E-17)، ومدى بلغت قيمته (60)، أما الحد الأعلى بلغ (80)، والحد الأدنى (20)، وبلغ مستوى الثقة (15.4801)، وقد وُجد أن هناك علاقة ارتباط طردي قوي بين المتغيرين بلغت (0.7).

جدول (17) التحليل الاحصائي للعلاقة بين المساحة المتضررة وانجراف التربة بمنطقة قندولة

the value	variable
43.52941	Mean
5.983505	Standard Error
40	Median
10	Mode
24.67062	Standard Deviation
608.6397	Sample Variance
-1.23602	Kurtosis
0.164597	Skewness
70	Range
10	Minimum
80	Maximum
740	Sum
17	Count
80	Largest(1)
10	Smallest(1)
12.68446	Confidence Level(95.0%)

المصدر: من عمل الباحثين باستخدام برنامج التحليل الاحصائي spss

بلغ مجموع الأراضي بمنطقة قندولة (689) هكتار، في حين أن كمية التربة التي تعرضت للانجراف بلغت (2791) م^3، ومن تحليل العلاقة الإحصائية بين المساحة المتضررة، وانجراف التربة، بمنطقة قندولة من خلال الجدول (17)، معدل الخطأ المعياري التقليدي بلغ (5.983505)، أما قيمة الوسيط بين المتغيرين بلغت (40)، أما الانحراف المعياري بلغت قيمته (24.67062)، وقيمة التباين في العينة بلغت (608.6397)، أما معامل التفرطح بلغت قيمته (-1.8E-15)، وانحراف عام قدره (0.164597)، ومدى بلغت قيمته (70)، أما الحد الأعلى بلغ (80)، والحد الأدنى (10)، وبلغ مستوى الثقة (12.68446)، وقد وُجد أن هناك علاقة ارتباط طردي قوي بين المتغيرين بلغت (0.3).

جدول (18) التحليل الاحصائي للعلاقة بين المساحة المتضررة وانجراف التربة بمنطقة مسة.

the value	variable
27.08333	Mean
2.9933	Standard Error
25	Median
15	Mode
14.66411	Standard Deviation
215.0362	Sample Variance
1.639892	Kurtosis
1.129946	Skewness
60	Range
10	Minimum
70	Maximum
650	Sum
24	Count
70	Largest(1)
10	Smallest(1)
6.192112	Confidence Level(95.0%)

المصدر: من عمل الباحثين باستخدام برنامج التحليل الاحصائي spss

بلغ مجموع الأراضي بمنطقة مسة (282.5) هكتار، في حين أن كمية التربة التي تعرضت للانجراف بلغت (680) م^3، ومن تحليل العلاقة الإحصائية بين المساحة المتضررة، وانجراف التربة، بمنطقة مسة من خلال الجدول (18)، تبين أن معدل الخطأ المعياري التقليدي بلغ (2.9933)، أما قيمة الوسيط بين المتغيرين بلغت (25)، أما الانحراف المعياري بلغت قيمته (14.66411)، وقيمة التباين في العينة بلغت (215.0362)، أما معامل التفرطح بلغت قيمته (1.639892)، وانحراف عام قدره (1.129946)، ومدى بلغت قيمته (60)، أما الحد الأعلى بلغ (70)، والحد الأدنى (10)، وبلغ مستوى الثقة (6.192112)، وقد وُجد أن هناك علاقة ارتباط طردي قوي بين المتغيرين بلغت (0.5).

جدول (19) التحليل الاحصائي للعلاقة بين المساحة المتضررة
وانجراف التربة بمنطقة الستلونة.

the value	variable
56.15385	Mean
3.846154	Standard Error
50	Median
50	Mode
13.8675	Standard Deviation
192.3077	Sample Variance
0.404276	Kurtosis
0.382844	Skewness
50	Range
30	Minimum
80	Maximum
730	Sum
13	Count
80	Largest(1)
30	Smallest(1)
8.380049	Confidence Level(95.0%)

المصدر: من عمل الباحثين باستخدام برنامج التحليل الاحصائي spss

بلغ مجموع الأراضي بمنطقة الستلونة (572) هكتار، في حين أن كمية التربة التي تعرضت للانجراف بلغت (2240) م^3، ومن تحليل العلاقة الإحصائية بين المساحة المتضررة، وانجراف التربة، بمنطقة الستلونة من خلال الجدول (19)، تبين أن معدل الخطأ المعياري التقليدي بلغ (3.846154)، أما قيمة الوسيط بين المتغيرين بلغت (50)، أما الانحراف المعياري بلغت قيمته (13.8675)، وقيمة التباين في العينة بلغت (192.3077)، أما معامل التفرطح بلغت قيمته (0.404276)، وانحراف عام قدره (0.382844)، ومدى بلغت قيمته (50)، أما الحد الأعلى بلغ (80)، والحد الأدنى (30)، وبلغ مستوى الثقة (8.380049). وقد وُجد أن هناك علاقة ارتباط طردي قوي بين المتغيرين بلغت (0.1).

جدول (20) التحليل الاحصائي للعلاقة بين المساحة المتضررة وانجراف التربة بمنطقة الوسيطة.

the value	variable
34.6	Mean
3.365511	Standard Error
30	Median
30	Mode
16.82756	Standard Deviation
283.1667	Sample Variance
-1.21598	Kurtosis
-0.02465	Skewness
50	Range
10	Minimum
60	Maximum
865	Sum
25	Count
60	Largest(1)
10	Smallest(1)
6.946074	Confidence Level(95.0%)

المصدر: من عمل الباحثين باستخدام برنامج التحليل الاحصائي spss

بلغ مجموع الأراضي بمنطقة الوسيطة (529) هكتار، في حين أن كمية التربة التي تعرضت للانجراف بلغت (1320) م^3، ومن تحليل العلاقة الإحصائية بين المساحة المتضررة، وانجراف التربة، بمنطقة الوسيطة من خلال الجدول (20)، تبين أن معدل الخطأ المعياري التقليدي بلغ (3.846154)، أما قيمة الوسيط بين المتغيرين بلغت (50)، أما الانحراف المعياري بلغت قيمته (13.8675)، وقيمة التباين في العينة بلغت (192.3077)، أما معامل التفرطح بلغت قيمته (0.404276)، وانحراف عام قدره (0.382844)، ومدى بلغت قيمته (50)، أما الحد الأعلى بلغ (80)، والحد الأدنى (30)، وبلغ مستوى الثقة (8.380049)، وقد وُجد أن هناك علاقة ارتباط طردي قوي بين المتغيرين بلغت (0.3).

جدول (21) التحليل الاحصائي للعلاقة بين المساحة المتضررة
وانجراف التربة بمنطقة مراوة.

the value	variable
24.75	Mean
3.742976	Standard Error
20	Median
10	Mode
16.7391	Standard Deviation
280.1974	Sample Variance
0.139665	Kurtosis
0.992704	Skewness
55	Range
5	Minimum
60	Maximum
495	Sum
20	Count
60	Largest(1)
5	Smallest(1)
7.834139	Confidence Level(95.0%)

المصدر: من عمل الباحثين باستخدام برنامج التحليل الاحصائي spss

بلغ مجموع الأراضي بمنطقة مراوة (586) هكتار، في حين أن كمية التربة التي تعرضت للانجراف بلغت (515) م^3، ومن تحليل العلاقة الإحصائية بين المساحة المتضررة، وانجراف التربة، بمنطقة مراوة من خلال الجدول (21)، تبين أن معدل الخطأ المعياري التقليدي بلغ (3.742976)، أما قيمة الوسيط بين المتغيرين بلغت (20)، أما الانحراف المعياري بلغت قيمته (16.7391)، وقيمة التباين في العينة بلغت (280.1974)، أما معامل التفرطح بلغت قيمته (0.139665)، وانحراف عام قدره (0.992704)، ومدى بلغت قيمته (55)، أما الحد الأعلى بلغ (60)، والحد الأدنى (5)، وبلغ مستوى الثقة (7.834139)، وقد وُجد أن هناك علاقة ارتباط طردي قوي بين المتغيرين بلغت (0.3).

النتائج:

1 . تعد منطقة قندولة اكثر المناطق تضرراً حيث بلغ مجموع الأراضي المتضررة بها جراء السيول (689) هكتار.

2 . إن أعلى معدلات لانجراف التربة المفقودة نتيجة جرف السيول كانت بمنطقة قندولة حيث بلغت (2791)م^3.

3 . بلغ إجمالي كمية التربة المفقودة بفعل الانجراف في كامل المنطقة (8166)م^3.

4 . بلغ مجموع الأراضي الزراعية المتضررة في جميع المناطق المتضررة ما مساحته (2875) هكتار.

5 . تعد منطقة مراوة هي الأقل تضرراً في مساحة الأراضي الزراعية حيث بلغت (586) هكتار، في حين أن كمية التربة التي تعرضت للانجراف بلغت (515)م^3.

التوصيات:

1- تفعيل مشروع الاستصلاح الزراعي بالجبل الأخضر لإعادة استصلاح المزارع التابعة للقانون (1970/123) والمزارع الخاصة.

2- إقامة السدود التعويقية، والتجميعية، وكذلك الصهاريج لتخزين مياه الجريان السطحي للاستفادة منها في عمليات الري التكميلي.

3- منع البناء أو تحوير مجاري السيول الطبيعية التي تكونت نتيجة سيول الأمطار لإعصار دانيال .

4- أن يكون التعاقد لأجل صيانة المزارع و المشجرات الطبيعية و الصناعية عن طريق قطاع الزراعة والثروة الحيوانية لمنع وتقليل انجراف التربة.

5- زراعة الغابات في أراضي الدرجة الرابعة والتي يصعب استغلالها زراعياً بهدف المحافظة على التربة و إنتاج الأخشاب في المستقبل .

6- تنفيذ برامج صيانة التربة والمحافظة عليها من الانجراف .

7- استخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية (GIS) في جمع البيانات للحصول على خرائط للمخاطر الطبيعية والكوارث.

8- تحسين البنية التحتية الزراعية من أجل تعزيز القدرة على التكيّف مع الفيضانات والسيول وتعزيز نقل وتسويق المحاصيل الزراعية.

9- استصلاح المدرجات الزراعية بهدف الحفاظ على الأراضي الزراعية وتعزيز القدرة على التك فيّ مع الفيضانات والسيول والجفاف.

10- توفير المساعدات الفنية والدعم للمزارعين لاستخدام الزراعة البعلية المعتمدة على الأمطار واعتماد محاصيل وممارسات زراعية قادرة على التكيف مع تغير المناخ.

المصادر والمراجع:

- أبو خشيم، أبريك عبد العزيز، (1995)، تنمية الموارد البشرية سبيل حماية البيئة والتقدم الاقتصادي، نموذج للتنمية الزراعية في ليبيا، مجلة قاريونس العلمية، العدد الثالث والرابع، السنة الثامنة، منشورات جامعة قاريونس، بنغازي.

- الساحلي، عقوب عمر محمد،(2005)، "الآثار البيئية للتنمية الزراعية في منطقة سهل المرج"، (رسالة ماجستير غير منشورة)، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة قاريونس.

- العمروني ناصر، وآخرون، (2023)، تحليل خصائص الأمطار في منطقة شحات خلال الفترة من (1960 – 2005)، مجلة العلوم الانسانية والاجتماعية، غزة، العدد الأول.

- بن خيال، عبد الحميد، (1995)، الزراعة والثروة الحيوانية، في كتاب الجماهيرية دراسة في الجغرافيا، (تحرير) الهادي بولقمة، سعد القزيري، الدار الجماهيرية للنشر والتوزيع والإعلان، طرابلس .

- قطاع الزراعة والثروة الحيوانية، البيضاء، (2023)،لجنة حصر الأضرار الزراعية الناتجة عن إعصار دانيال.

- مركز أبحاث المخاطر الجيولوجية، (2018.)، جامعة الملك عبد العزيز، تقرير مبدئي، عن مخاطر الفيضانات الفجائية (السيول)..

- مؤيد ظافر عزت، (2013)، السيول الفجائية في غرب واسط بالعراق، مجلة الأستاذ، المجلد (23)، العدد (17).

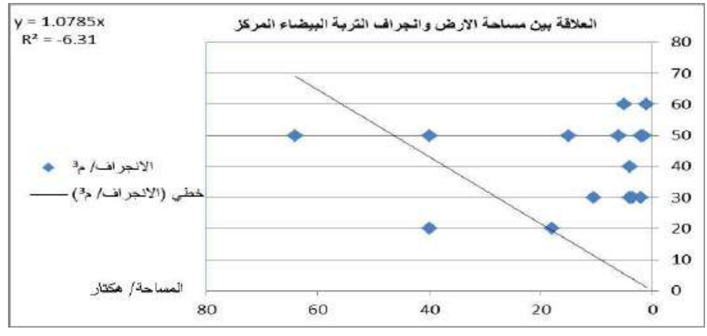
- المظفر ،صفاء مجيد ،(دون تاريخ) (جغرافية التربة)، وزارة التعليم العالي، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة الكوفة.

- العاصي، منى داوود علي، 2020، التنمية الزراعية في إقليم بنغازي التخطيطي، دراسة في الجغرافية الاقتصادية، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة المنصورة، مصر.

- Guha,J.L.&Ranjan,P.,(1987): A Mew Approach To Economic Geography"A study Of Resources",The World Press Private Limited, Calcutta.p249.

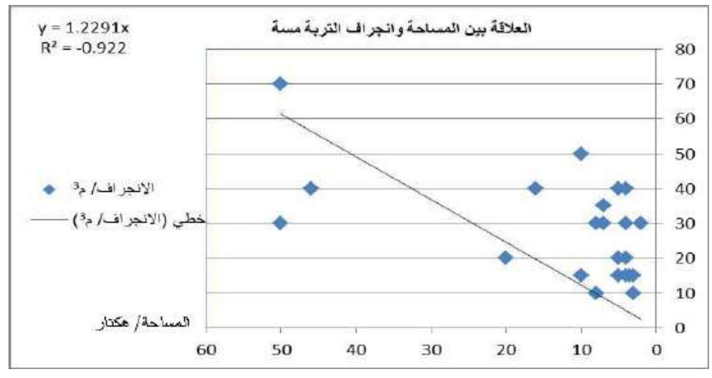
الملاحق:

ملحق (1) العلاقة بين مساحة الأرض وانجراف التربة بمنطقة البيضاء المركز



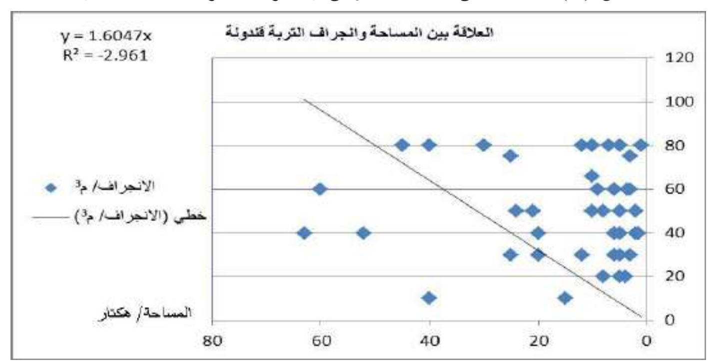
المصدر: عمل الباحثين اعتمادا على برنامج spss

ملحق (2) العلاقة بين مساحة الأرض وانجراف التربة بمنطقة مسة



المصدر: عمل الباحثين اعتمادا على برنامج spss

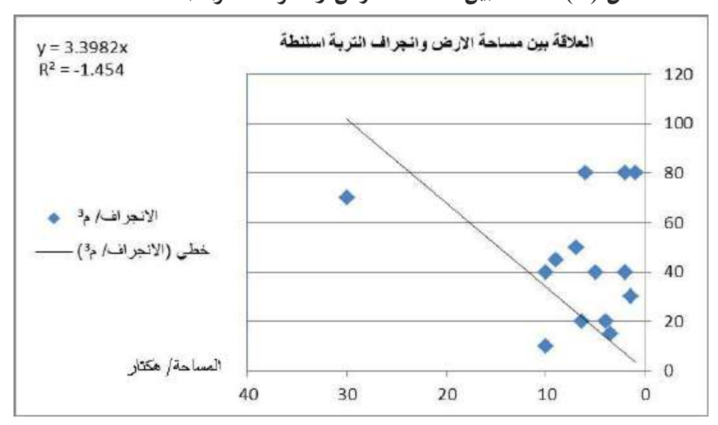
ملحق (3) العلاقة بين مساحة الأرض وانجراف التربة بمنطقة قندولة



المصدر: عمل الباحثين اعتمادا على برنامج spss

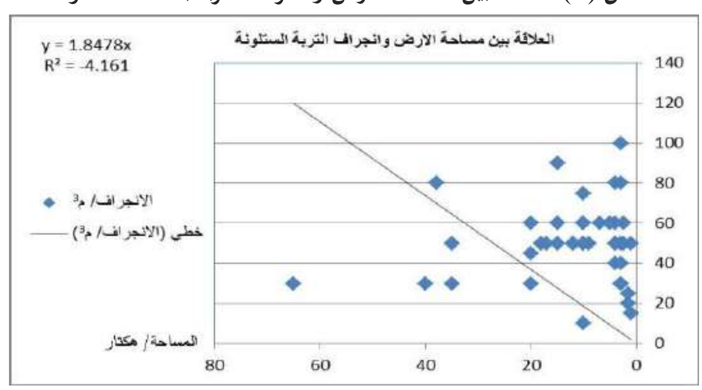



ملحق (4) العلاقة بين مساحة الأرض وانجراف التربة بمنطقة اسلنطة



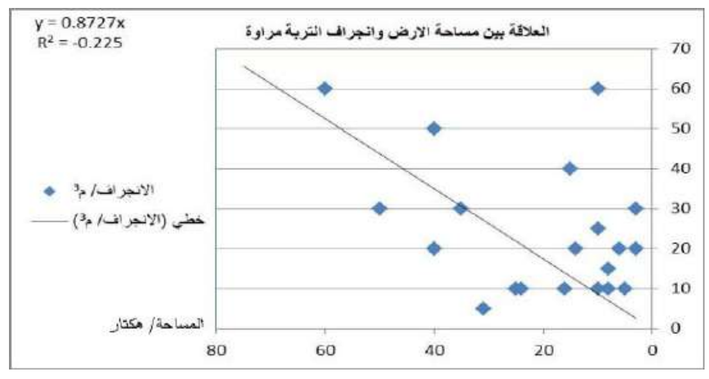
المصدر: عمل الباحثين اعتمادا على برنامج spss

ملحق (5) العلاقة بين مساحة الأرض وانجراف التربة بمنطقة الستلونة



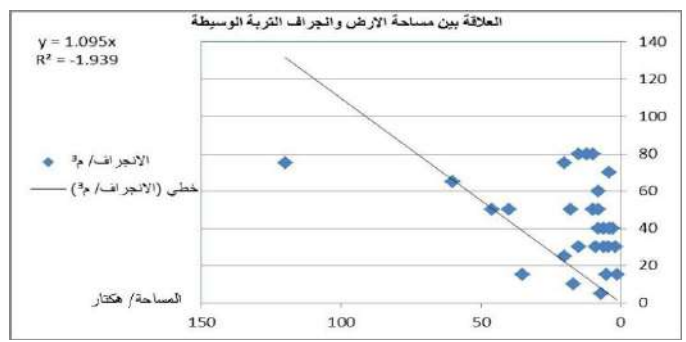
المصدر: عمل الباحثين اعتمادا على برنامج spss

ملحق (6) العلاقة بين مساحة الأرض وانجراف التربة بمنطقة مراوة



المصدر: عمل الباحثين اعتمادا على برنامج spss

ملحق (6) العلاقة بين مساحة الأرض وانجراف التربة بمنطقة الوسيطة



المصدر: عمل الباحثين اعتمادا على برنامج spss

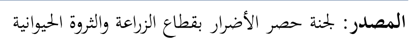
صورة (1) تعرية خندقية



المصدر: لجنة حصر الأضرار بقطاع الزراعة والثروة الحيوانية

صورة (2) تلف بعض الاشجار





المصدر: لجنة حصر الأضرار بقطاع الزراعة والثروة الحيوانية

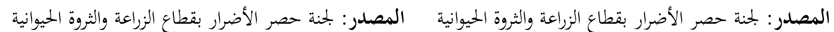
صورة (3) ظهور جذور النباتات نتيجة جرف التربة



المصدر: لجنة حصر الأضرار بقطاع الزراعة والثروة الحيوانية

صورة (4) تخريب الصوبات الزراعية





المصدر: لجنة حصر الأضرار بقطاع الزراعة والثروة الحيوانية

صورة (**5**)**بقايا جذوع أشجار جرفتها السيول**



المصدر: لجنة حصر الأضرار بقطاع الزراعة والثروة الحيوانية

صورة (6) اخدود عميق ناتج عن اثر السيول



المصدر: لجنة حصر الأضرار بقطاع الزراعة والثروة الحيوانية

أثر العوامل الطبيعية و البشرية في حدوث كارثة الفيضان السيلي بمدينة درنة بمنطقة الجبل الأخضر بشرق ليبيا (سبتمبر 2023)

د. عامر بن البشير بحبة
كلية العلوم الإنسانية و الاجتماعية بتونس، جانفي 2024
ameurbahba@gmail.com

الملخص:

يوم 10 سبتمبر 2023 تعرضت ليبيا وخاصة منطقة الجبل الأخضر لإحدى أقوى العواصف المتوسطية الشديدة « Medicane » في تاريخ حوض البحر المتوسط ونتجت عنها كميات قياسية من الأمطار تراوحت أقصاها في عدة محطات بين 158 ملم و 414 ملم، وقد سجّل حوض وادي درنة، موضوع الدراسة، 200 ملم تسببت في جريان كبير للوادي واتجهت عشرات الملايين المكعبة من المياه نحو وادي درنة السفلي ومدينة درنة على ساحل البحر المتوسط في مصب الوادي، ودمرت هذه المياه في طريقها سدّي درنة اللذان لم يصمدا أمام قوة الجريان وحجمه لاسيّما وأنهما صغيرا الحجم وتصميمهما غير ملائم، ثم جرفت هذه المياه أحياء بمبانيها وسكانها في مدينة درنة، وتسببت كارثة الفيضانات التاريخية في فقدان ألاف المواطنين في درنة لحياتهم كما دّمر جزء من المدينة.

سنحاول في هذا البحث بيان دور العوامل طبيعية (المناخية-الهيدرولوجية-التضاريسية) في هذه الكارثة وخاصة دور العوامل البشرية المتمثلة خاصة في توسع المدينة في مصب وادي درنة الخطير وعدم ملائمة شبكة تصريف مياه الأمطار ومحدوديتها وخاصة سلبيات تصميم وتهيئة سدّي وادي درنة وهي عوامل فاقمت من نتائج الكارثة التي كانت مدمرة.

الكلمات المفتاحية: درنة، وادي درنة، إعصار متوسطي، فيضانات، التوسع الحضري.

The impact of natural and human factors on the occurrence of the torrential flood disaster in Derna, Green Mountain, eastern Libya (September 2023)

Ameur Bahba
Faculty of Humanities and Social Sciences of Tunis
ameurbahba@gmail.com

Abstract

On September 10, 2023, Libya, especially the Jabal Akhdar region, was exposed to one of the strongest severe Mediterranean storms in the history of the Mediterranean Basin, resulting in record amounts of rain, the maximum of which ranged in several stations between 158 mm and 414 mm. The Wadi Derna Basin, the subject of the study, recorded, 200 mm caused a huge flow to the valley, and tens of millions of cubic meters of water headed towards the lower Wadi Derna and the city of Derna on the Mediterranean coast at the estuary of the valley. On its way, this water destroyed the two dams of Derna, which did not withstand the force and size of the flow as they were small in size and their design was inappropriate. Then this water swept away neighbourhoods with their buildings and residents in the city of Derna. Due to the historic flood disaster thousands of citizens in Derna lost their lives and destroyed part of the city. In this research, we are going to try to explain the role of natural factors (climatic, hydrological, and topographic) in this disaster and especially the role of human factors represented in particular by the expansion of the city at the estuary of the dangerous Wadi Derna added to the inadequacy and the limitations of the rainwater drainage network. More importantly, the drawbacks of the design and preparation of the two dams in Wadi Derna were factors that exacerbated the devastating consequences of the disaster.

Keywords: Derna, Wadi Derna, Mediterranean storms, flooding, urbanization.

مقدّمة:

يوم 10 سبتمبر 2023 نزلت كميات أمطار ضخمة على منطقة الجبل الأخضر بالشرق الليبي تسبّبت في فيضانات خطيرة نتجت عنها خسائر مادية وبشرية كبيرة خاصة في مدينة درنة. هذه الكارثة تعود لأسباب طبيعية متعلقة بالحدث المناخي الاستثنائي وموضع المدينة في مصب وادي درنة، وتفسر هذه الكارثة كذلك بالعامل البشري والتوسع العمراني للمدينة حيث أن خطورة الفيضانات تكون أكثر حدّة في الوسط الحضري.

مشكلة الدراسة:

يندرج بحثنا في إطار العلاقة بين كارثة فيضانات درنة ومسؤولية كل من الطبيعة والإنسان في حدوثها، سنحاول في هذا المقال إبراز تفاقم دور الإنسان في حدوث الفيضانات التي لا تعود فقط للأمطار الاستثنائية الطوفانية.

هدف الدراسة:

يهدف البحث إلى الكشف عن تضخّم دور الإنسان كعامل مؤثّر في حدوث الفيضانات من خلال التوسع العمراني على ضفاف مجرى مائي خطير في موضع ملائم للسيلان والفيضانات ومن خلال سوء التصرف و التحكم في السدود والتأكيد على أن الفيضانات لا تتسبب فيها العوامل الطبيعية فقط.

منطقة الدراسة:

تقع مدينة درنة الساحلية في شمال شرق ليبيا، شرق إقليم الجبل الأخضر على مسافة حوالي 260 كم شرق بنغازي. تمتد منطقة حوض وادي درنة جنوب مدينة درنة وغربها في اتجاه مرتفعات الجبل الأخضر على مسافة حوالي 70 كم.

المصادر:

بهدف إنجاز هذا العمل استعملت عدة أنواع من المصادر والطرق: إحصائيات رسمية، وثائق خرائطية (طوبوغرافية، صور من غوغل ايرث، خرائط حول عاصفة الشرق الليبي من عدة مواقع عالمية مختصة في الطقس و المناخ..)، التحليل عبر الزمن (دراسة تطور الظاهرة بين عدة تواريخ مختلفة)، استعمال نظم المعلومات الجغرافية عبر برمجية Arcmap لإنجاز الخرائط وإجراء بعض العمليات المساحية..

شكل (1) الموقع الجغرافي لمدينة درنة.



المصدر: من إنجاز الباحث.

1- العوامل الطبيعية المتسببة في كارثة فيضانات درنة، سبتمبر 2023م:

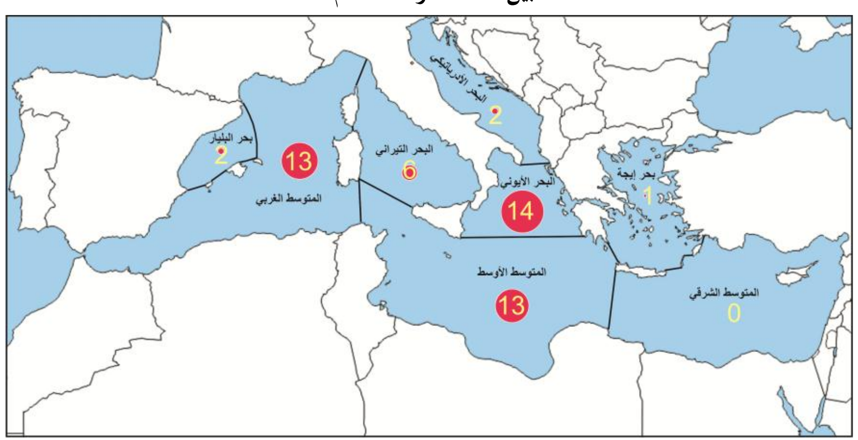
1-1- العاصفة المتوسطية دانيال والأمطار الطوفانية.

العواصف المتوسطية The "medicanes": وتعود تسميتها إلى العبارتين "méditerranéen" و "hurricane" وتعني إعصار متوسطي. تنشأ الأعاصير المدارية في الحقيقة في المناطق المدارية في المحيطات وكثيرا ما تنشط هناك، وأحيانا يكون حوض البحر المتوسط مسرحا لمنخفضات جوية قوية يطلق عليها اسم إعصار متوسطي حيث يتميز بمرفولوجيا (شكل) تشبه الإعصار المداري ولكنه أقل قوة منه حيث تساوي قوته القصوى قوة الإعصار المداري من الدرجة الأولي أي مع سرعة رياح بين 119 و 153 كم/ساعة.

العواصف المتوسطية الشديدة قليلة الحدوث، فهي تسجّل بمعدل مرة وأحيانا مرتين سنويا خلال العشرين سنة الأخيرة وهي الفترة التي زاد فيها الاهتمام بهذه الظاهرة المناخية،

قبل هذا التاريخ كان تواترها أقل بمعدل مرة كل بعض السنوات. تنشأ الميديكان مع نزول الهواء البارد بتمدّد أخدود بارد أو منخفض جوي ينقطع في أجواء البحر المتوسط خاصة خلال أشهر الخريف وأحيانا خلال أشهر الشتاء أي بعد أشهر الصيف حيث تكون حرارة المياه السطحية للبحر المتوسط قد بلغت أقصاها حيث تصل أو تتجاوز أحيانا 30 درجة (معدل حرارة البحر المتوسط 25-24 درجة). يتسبب الفارق الحراري الكبير بين سطح البحر الحار وطبقة التروبسفير أسفل الغلاف الجوي الباردة في ظل وجود منخفض جوي ورطوبة عالية في تكون الميديكان. يمكن تمييز شكل وحركة الميديكان بكل سهولة عن طريق صور الأقمار الصناعية في شكل كتلة ضخمة من السحب على امتداد 200-300 كم التي تدور حول عين الإعصار (شكله مشابه للإعصار المداري) ويمكن أن يدوم الميديكان بعض الأيام يصل عددها أحيانا إلى خمسة، ثم يضعف ويضمحل بمجرد ملامسته لليابسة (Taoufik El Melki، 2017). يتميز الميديكان بانخفاض كبير للضغط الجوي، اضطراب كبير في طبقة التروبسفير بأسفل الغلاف الجوي، نشاط رعدي كبير، رياح قوية تتجاوز 120 وأحيانا 150 كم/ساعة، أمواج عالية، أمطار طوفانية تصل وتتجاوز أحيانا 200 و 300 مم وفيضانات تنتج عنها خسائر مادية هامة وأحيانا بشرية لاسيّما في المناطق الساحلية (توفيق المالكي، 2017).

شكل (2) عدد الأعاصير المتوسطية (ميديكان) في مختلف أحواض البحر المتوسط بين 1982 و 2023م.



المصادر: من إنجاز الباحث بالاعتماد على: Albert Martí Domingo, 2022
Observatoire Français des Tornades et des Orages Violents, www.keraunos.org

جدول (1) قائمة الأعاصير المتوسطية (ميديكان) بين 1982 و 2023م.

الرقم	التاريخ	الاسم	الحوض في المتوسط	الرقم	التاريخ	الاسم	الحوض في المتوسط
1	1982-01-26	Leucosia	الأيوني	23	2003-09-28		الأوسط
2	1983-09-28	M01	الغربي	24	2003-10-18		الغربي
3	1984-04-06	M02	الأيوني	25	2005-10-27		الأيوني
4	1984-12-29	M03	الأوسط	26	2005-12-15		الأوسط
5	1985-09-18		الغربي	27	2006-02-01		الأوسط
6	1985-10-28		الغربي	28	2006-09-26	Querida	الأدرياتيكي
7	1985-12-13	M04	الأوسط	29	2007-03-22		التيراني
8	1986-10-02		الغربي	30	2007-10-18		الغربي
9	1989-10-05		إيجة	31	2011-11-07	Rolf	الغربي
10	1990-08-22		الأيوني	32	2013-11-19	Ruven	الغربي/ التيراني
11	1991-12-04	M05	الأوسط	33	2014-01-20	Ilona	الغربي/ التيراني/ الأدرياتيكي
12	1992-10-14		التيراني	34	2014-11-06	Qendresa	الأوسط /الأيوني
13	1994-10-23		الأوسط	35	2014-12-01	Xandra	الغربي
14	1995-01-16	M06 Celeno	الأيوني	36	2016-10-30	Trixie	الأيوني
15	1996-09-12	M07	البليار	37	2017-11-18	Numa	الأيوني
16	1996-10-07	M08 Cornelia	الغربي	38	2018-09-29	Zorbas	الأيوني
17	1996-12-09	M09	البليار	39	2020-09-15	Ianos	الأيوني
18	1997-09-26		التيراني/الأيوني / الأوسط	40	2020-11-22		الأوسط
19	1998-01-25	M10	الأيوني	41	2021-10-29	Apollo	الأيوني
20	1999-03-18	M11	الأيوني	42	2023-02-10	Helios	الأوسط
21	2003-05-27	M12	الغربي	43	2023-03-1	Juliette	التيراني/الغربي
22	2003-09-17		الأوسط	44	2023-9-9/10	Daniel	الأوسط

Albert Martí Domingo, 2022
Observatoire Français des Tornades et des Orages Violents, www.keraunos.org

من خلال الجدول 1 والشكل 2، نتبيّن أن أغلب الأعاصير المتوسطية خلال أخر 42 سنة سجّلت في أشهر الخريف مع بداية النزولات الباردة للمنخفضات فوق مياه البحر المتوسط الحارة، فمن بين 44 ميديكان 27 تم تسجيها خلال سبتمبر وأكتوبر ونوفمبر وأخر أوت، والبقية (17 ميديكان) موزعة على أشهر الربيع وخاصة الشتاء، وخلال هذه العقود الأربعة تم تسجيل معدل 1.04 ميديكان سنويا، وهذا يبقى معدلا، حيث تم تسجيل 4 ميديكان سنة 2003 و 3 ميديكان سنوات 1985 و 1996 و 2014 و 2023 ومن بينها في السنة الأخيرة ميديكان دانيال الذي تسبب في كارثة فيضانات درنة شرق ليبيا. كما نتبيّن أن أغلب الأعاصير المتوسطية سجلت في وسط وغرب البحر المتوسط بمختلف أحواضه كما يظهر في الشكل1 خاصة البحر الأيوني والمتوسط الغربي والمتوسط الأوسط الذي تنتمي إليه السواحل الليبية، وتبقى مناطق جنوب اليونان، الجنوب الايطالي، جزر صقلية وكورسيكا وسردينيا والبليار ومالطا، الجنوب الفرنسي ومنطقة الجبل الأخضر شرق ليبيا أكثر مناطق حوض المتوسط عرضة لخطر الأعاصير المتوسطية.

صورة (1) ميديكان إيانوس Ianos في البحر الأيوني بين جنوب ايطاليا واليونان في 17 سبتمبر 2020م.



المصدر: NOAA الإدارة الوطنية للمحيطات والغلاف الجوي (الأمريكية)

الإعصار المتوسطي دانيال، سبتمبر 2023، والأمطار الغزيرة جداً:

نشير في البداية إلى تاريخ الفيضانات في درنة، حيث أن السواحل الليبية وخاصة الشرقية منها ومنطقة الجبل الأخضر عموما سجلت خلال العقود الثمانية الأخيرة منخفضات جوية قوية وعواصف متوسطية أحيانا رافقتها كميات كبيرة من الأمطار وسيولا وفيضانات لاسيّما في مدينة درنة، ولكن هذه الأحداث المناخية الاستثنائية لم تكن بخطورة الفيضانات الأخيرة في سبتمبر 2023. من بين الأمثلة نذكر فيضانات أكتوبر 1942، أكتوبر 1959، أكتوبر 1968، نوفمبر 1986، سبتمبر 2011 وقد نتجت عنها بعض الأضرار والخسائر ولكنها تبقى محدودة مقارنة مع فيضانات درنة الأخيرة.

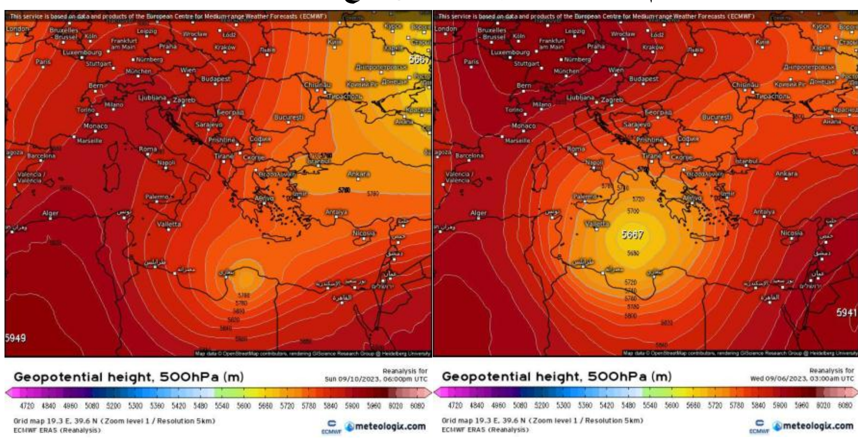
الوضعية السينوبتيكية بين 4 و 11 سبتمبر 2023 في الغلاف الجوي في الطبقة 500 هكتوباسكال:

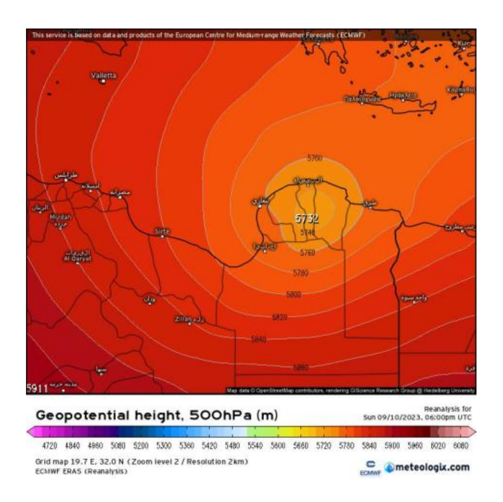
يوم 4 سبتمبر 2023 تمدّد أخدود من الهواء البارد نازلا من شرق أوروبا في اتجاه اليونان وتعمق على وسط البحر المتوسط بين 5 و 7 سبتمبر، و كان محاصرا بين ظهريتين باروميتريتين (Dorsales barométriques)، الأولى يمثلها مرتفع الأسور المتمركز بين تونس– الجزائر وغرب أوروبا مانعا حركة نزول الهواء البارد الاعتيادية من شمال المحيط

الأطلسي نحو شمال إفريقيا، والثانية يمثلها المرتفع الجوي الممتد في ذلك التاريخ على مصر والبحر الأحمر والجزيرة العربية. يوم 8 و 9 سبتمبر نزل المنخفض أكثر جنوبا لينفصل عن المنخفض الأم شرق أوروبا وانقطع عنه على خليج سرت الليبي ثم تمركز يومين 9 و 10 سبتمبر على الشرق الليبي. صعود الهواء الرطب جدا من سطح البحر والتقاءه مع الهواء البارد في الغلاف الجوي تنتج عنه سحب ممطرة جدا مع نشاط رعدي أحيانا قويا.

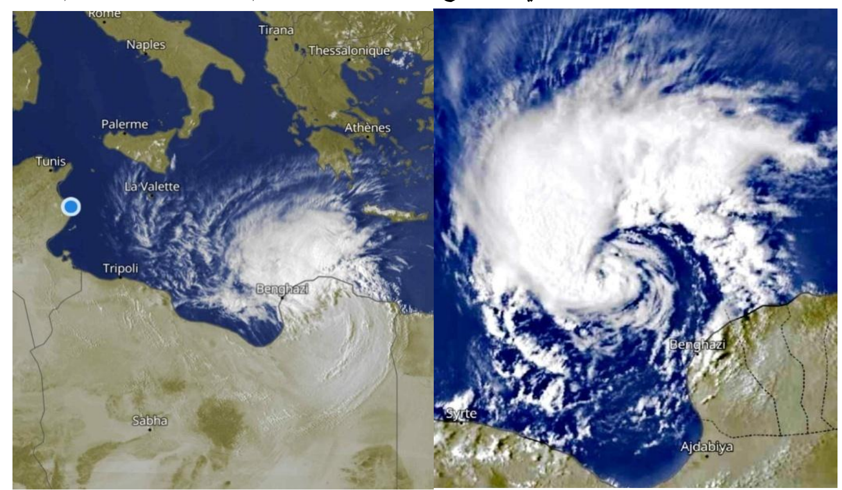
شكل (3) المنخفض الجوي على مستوى طبقة 500 هكتوباسكال

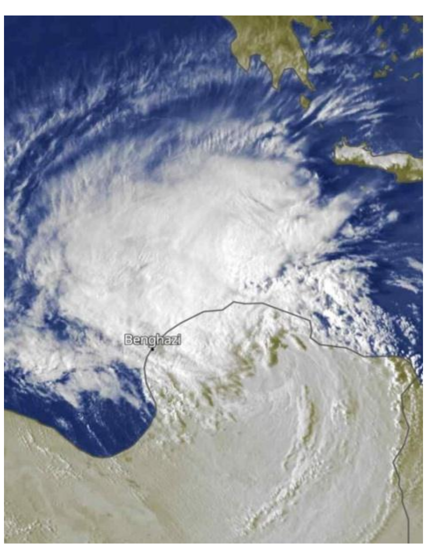
أيام 6 و 10 سبتمبر 2023 من موقع Meteologix





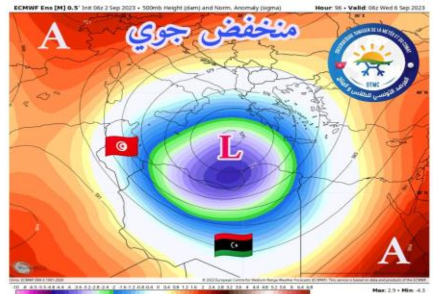
صورة (2) صور القمر الصناعي من موقع **Meteoblue** يوم **10** سبتمبر **2023**م.

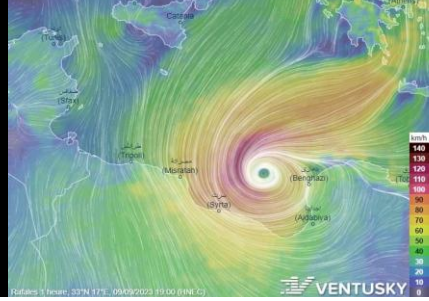




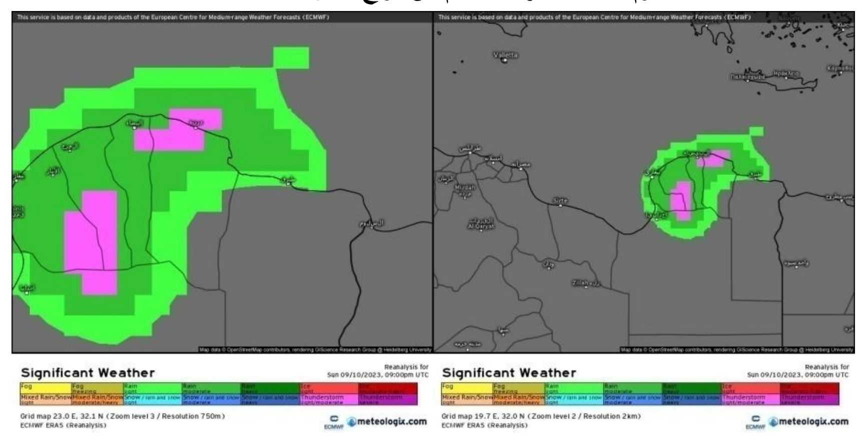
شكل (4) العاصفة المتوسطية دانيال والرياح القوية يوم 9 سبتمبر 2023م

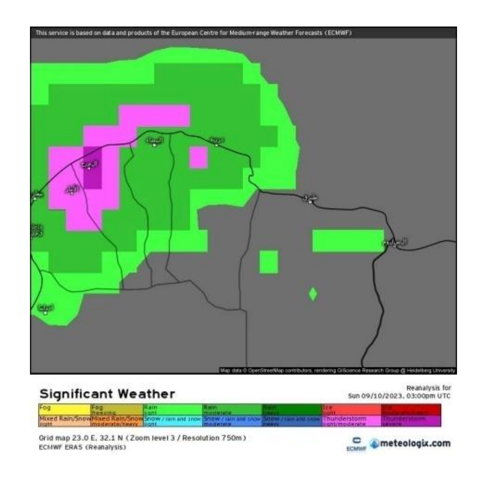
من مواقع **Ventusky** و **Weather Bell**





شكل (5) الأمطار الغزيرة والعواصف الرعدية على منطقة الجبل الأخضر
يوم 10 سبتمبر 2023م من موقع Meteologix





بدأ تأثير المنخفض الجوي النازل من شرق أوروبا على بلغاريا وتركيا التي سجلت كميات مهمة وفيضانات وخاصة اليونان التي سجلت نزولا لكميات ضخمة تجاوزت 500-700 في عدة محطات جنوب اليونان وبلغت أقصاها 1096 ملم في محطة زاغورة Zagora بين 4 و 7 سبتمبر حسب الأرصاد اليونانية وهي أعلى كمية تسجل في يوم واحد في تاريخ اليونان منذ بداية التسجيلات المناخية في اليونان، وفاقت بعض الكميات في بعض المحطات التي نزلت خلال 3 أو 4 أيام معدلات الأمطار السنوية.

أما في ليبيا، فقد كان التأثير كبيرا من حيث كميات الأمطار وخاصة حدة السيول والفيضانات والخسائر المادية والبشرية الكارثية.

يبيّن لنا الجدول عدد 2 الكميات المهمة جدا التي نزلت بالشرق الليبي يوم 10 سبتمبر 2023 و خاصة بمنطقة الجبل الأخضر، وقد استقبلت مدينة البيضاء الكمية الأعلى وهي 414 ملم تليها محطة مراوة ب 240 ملم، كما نزلت بمحطتي درنة و شحات 200 مم وهي كمية ضخمة أيضا، وسجلت محطات الأبرق والمرج وقصر ليبيا كميات بين 158 و 170 ملم. هذه الكميات نزلت في وقت وجيز لم يتجاوز 24 ساعة وتسببت جريان كبير للأودية و في سيول وفيضانات في أغلب مناطق الجبل الأخضر.

هذه الكميات تعتبر استثنائية فاقت المعدل الشهري عدة مرات كما أنها تساوي في عدة حالات ثلثي أو أكثر أحيانا المعدل السنوي، فهي تساوي في محطة البيضاء مثلا 80% المعدل السنوي و 85% في محطة مراوة و 68% في محطة درنة، وتمثل الكمية التي نزلت في محطة درنة، والتي تساوي 200 ملم، 22 مرة معدل الأمطار في شهر سبتمبر في هذه المحطة. و تعتبر هذه الكميات التي نزلت في يوم واحد أعلى كميات يومية في تاريخ ليبيا منذ بداية التسجيلات المناخية.

جدول (2) كميات الأمطار بالشرق الليبي يوم 10 سبتمبر 2023 والمعدلات السنوية.

المحطّة	الكمية (ملم)	المعدل السنوي	المحطّة	الكمية(ملم)	المعدل السنوي
البيضاء	414	518	قصر ليبيا	158.5	293
شحات	200	563.6	مراوة	240	281.6
مطار الأبرق	170	393	المرج	168	415.4
درنة	**200**	**292.5**	الأبيار	41	252.7
طبرق	0	-	مطار بنينا	30	293
برسس	48	-	أجدابيا	3	-

المصدر: المركز الوطني للأرصاد الجوية الليبي، محمد غازي الحنفي و سعيد إدريس نوح، 2012م.

1-2- دور وادي درنة والتضاريس:

يعتبر وادي درنة أحد أهم المجاري المائية في إقليم الجبل الأخضر يمتد على 581 كم2، ينبع من مرتفعات الجبل الأخضر حول القيقب والأبرق (700-800 متر) ثم يتجه الوادي على طول حوالي 78 كم نحو البحر المتوسط ليصب في ساحل مدينة درنة. يمكن تقسيم الوادي إلى 3 أقسام.

❖ **الجزء الأول:** يمثل وادي درنة العلوي على ارتفاع حوالي 400-800 متر، يمتدّ حول مدن القبة و القيقب وهو جزء ممتد نسبيا ويتميز بشبكة هيدروغرافية كثيرة التفرّع حيث تنبع عشرات الأودية من المرتفعات الجبلية وتصب في وادي درنة. تتميز هذه المنطقة بمعدلات سنوية مهمة نسبيا من الأمطار مقارنة بمجالات ليبية أخرى حيث تساوي هذه المعدلات 350-400 ملم وهي مجاورة لأهم منطقة ممطرة في ليبيا أي منطقة البيضاء-شحات التي تتميز بمعدلات أمطار تتجاوز 500 ملم، هذه التساقطات في حوض وادي درنة تساهم في جريان الأودية وفي أهمية حجم الجريان السطحي خلال الأحداث المناخية الممطرة جدا.

❖ **الجزء الثاني:** يمثل وادي درنة الأوسط على ارتفاع حوالي 200-400 متر، يمتد بين وادي درنة العلوي وسد بومنصور.

❖ **الجزء الثالث:** يمثل وادي درنة السفلي على ارتفاع حوالي 0-200 متر، يمتد من سد بومنصور في اتجاه سد البلاد ومدينة درنة على ساحل البحر المتوسط، ويقسم هذا الوادي المدينة إلى جزئين شرقي وغربي. يتميز وادي درنة السفلي بدرجات انحدار مرتفعة مما يساهم في تسارع الجريان السطحي بشكل كبير مما يؤدي إلى فيضانات خطيرة في حال نزول كميات كبيرة في وقت وجيز وهو ما دعا السلطات الليبية إلى بناء سدين لحماية مدينة درنة من الفيضانات (عبدالونيس عبدالعزيز رمضان عاشور، 2022)

موضع المدينة في مصب وادي هام وشديد السيلان وقت الأمطار الغزيرة جدا يزيد في احتمال وقوع الفيضانات وربما الكوارث في حال الخسائر الكبيرة المادية والبشرية.

رغم امتداد وادي درنة في على مناطق جافة وشبه جافة مع معدلات تساقطات سنوية بين حوالي 280-400 ملم، فإن هذه المنطقة سجلت في عدة مناسبات سابقة أمطارا غزيرة و كميات مهمة و سيولا و فيضانات، الشبكة الهيدروغرافية كثيرة التفرّع بعدد كبير من الأودية الصغيرة والنشيطة ساهمت في أحداث مناخية سابقا في أهمية الجريان السطحي في حوض وادي درنة. فقد بلغ حجم الجريان السطحي في الوادي خلال الفيضانات الخطيرة سنة 1959 53.36 مليون متر مكعب في اليوم بعد نزول 146 ملم وهو ما يمثّل 40 % من حجم الجريان السطحي السنوي المقدر ب 138.5 مليون متر مكعب سنويا في فترة 1960-2000، و خلال فيضانات 1986 بلغ حجم الجريان السطحي في حوض درنة 14.8 مليون متر مكعب (عبد الونيس عبد العزيز رمضان

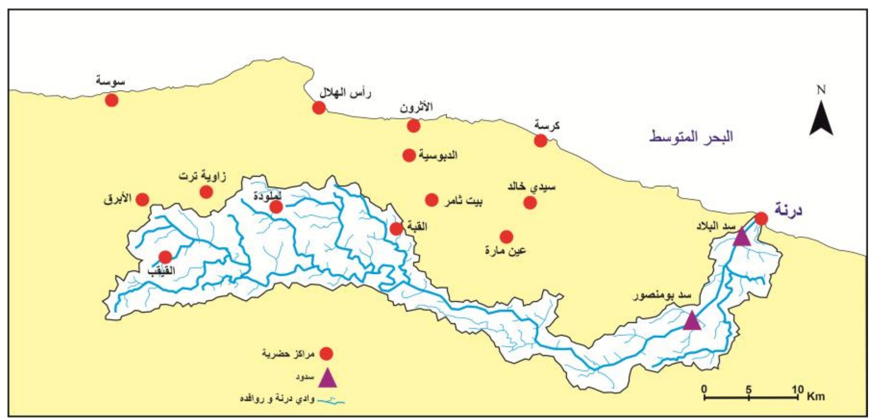
عاشور، 2022). هذه الأمثلة تؤكد خطورة هذا الوادي الذي تسبب في فيضانات سابقة وأخطرها الفيضانات الأخيرة موضوع بحثنا.

جدول (3) الخصائص المساحية لحوض وادي درنة.

المساحة	المحيط	الطول	العرض	أعلى نقطة	أدنى نقطة
581.06 كم2	240.58 كم	78.86 كم	14.69 كم	854 م	0 م

المصدر: علي محمد الفيتوري و سعد رجب لشهب، 2021

شكل (6) حوض وادي درنة.



المصدر: من إنجاز الباحث بالاعتماد على: سعد رجب لشهب.

يوم 10 سبتمبر 2023، ضربت السواحل الشرقية الليبية العاصفة المتوسطية دانيال ثم تقدمت العاصفة نحو مرتفعات الجبل الأخضر، العاصفة كانت ممطرة جدا في إقليم الجبل الأخضر وتم تسجيل كميات ضخمة على طول 200 كم بين المرج غربا و درنة شرقا. وقد سجّل حوض وادي درنة كميات ضخمة في أجزاءه الثلاث، حيث نزلت بمحطة درنة 200 مم و 170 مم بالأبرق أقصى غرب الحوض، وعلى بعد 13 و 20 كم فقط من الحدود الغربية للحوض سجلت على التوالي محطات البيضاء وشحات 414 ملم و 200 ملم وهو ما يؤكد شمولية الأمطار وأهميتها بالجبل الأخضر بين المرج و درنة وفي حوض وادي درنة. هذه الكميات الاستثنائية في ظرف ساعات في أحد أكبر أحواض الجبل الأخضر لم تترك المجال لتسرب المياه وامتصاصها عن طريق التربة، فسالت عشرات الأودية بقوة في اتجاه المجرى الرئيسي وكان حجم الجريان كبيرا وقويا، وقد ساهم ارتفاع درجات الانحدار في وادي

درنة السفلي في زيادة سرعة التدفق في الوادي في اتجاه سدود بومنصور والبلاد اللذان انهارا حيث لم يصمدا أمام حجم الجريان السطحي الكبير الذي قدّر يوم 10 سبتبمر 2023 ب 115 مليون متر مكعب وهو ما يساوي 83% من حجم الجريان السطحي السنوي و 2.16 مرة حجم أهم جريان سطحي سابق خلال الفيضانات الخطيرة سنة 1959، و يساوي حجم الجريان السطحي في وادي درنة يوم الكارثة 4.69 مرة طاقة استيعاب السدين بومنصور و البلاد اللذان انهارا. هذه الكميات الضخمة اتجهت بسرعة كبيرة بحكم الانحدار من حوض درنة العلوي نحو الحوض السفلي والمصب أي نحو موضع مدينة درنة على ضفتي الوادي ونحو البحر المتوسط جارفة معها الأحياء السكنية بمبانيها وسكانها.

جدير بالذكر أن الباحث المهندس عبد الونيس عبد العزيز رمضان عاشور في مقاله الصادر سنة 2022 أي قبل الكارثة بحوالي سنة واحدة كان أكد على « *خطورة الوضع في حوض وادي درنة في حين لو تكرر فيضان عام 1959 بنفس الحجم مما قد يتسبب في انهيار أحد السدين مما يجعل سكان الوادي ومدينة درنة عرضة لخطر الفيضان بصورة كبيرة* ». كما ذكر الباحث أن «*الوضع القائم في حوض وادي درنة يحتم على المسؤولين اتخاذ إجراءات فورية بإجراء عملية الصيانة الدورية للسدود القائمة لأنه في حالة حدوث فيضان ضخم فإن النتيجة ستكون كارثية على سكان الوادي والمدينة.* »

2- العوامل البشرية المتسببة في كارثة فيضانات درنة، سبتمبر 2023م:

2-1- التوسع العمراني:

اعتمادا على مخطط مدينة درنة لسنة 1942 ومرئية Google Eearth لسنة 2023 والمطابقة بينها باعتماد برمجية Arcmap ومقارنة حدود المدينة بين هذه التواريخ نتبيّن أن استخدام الأرض في حوض درنة السفلي وفي مدينة درنة عموما ومحيطها شهد تحولات كبيرة من مدينة صغيرة تحيط بها الحقول والبساتين في مشهد ريفي إلى مركز حضري هام. بالفعل، توسع المجال المبني واجتاح مجالا شاسعا حول مركز المدينة القديم أي حي البلاد. إلى حدود منتصف القرن العشرين كانت درنة مركزا حضريا صغيرا معلقا على ارتفاع 60-75 متر على مسافة 1.5 كم من البحر، عدد سكانها 16169 ساكن حسب التعداد العام للسكان في ليبيا سنة 1954 و بلغت مساحة المجال المبني 70.7 هكتارا فقط سنة 1942 وبلغت مساحة المجال الفلاحي المتكون من بساتين الخضروات

والأشجار المثمرة 200 هكتار امتدت بين مركز المدينة القديم و ميناء درنة وشرق و غرب المدينة. خلال النصف الثاني من القرن العشرين، اتجه الزحف العمراني بعيدا عن مركز المدينة القديم، وامتدت المدينة أكثر بداية من سنوات السبعينات و الثمانينات في جميع الاتجاهات على حساب الأراضي الزراعية المحيطة ومنها المتواجدة على ضفاف الوادي في المصب شمال المدينة العتيقة في اتجاه الساحل وهي أراضي منبسطة و منخفضة على ارتفاع 0-16 متر فقط عن سطح البحر ثم امتد المجال المبني شرق المدينة وغربها على الشريط الساحلي. سنة 2012 بلغ عدد سكان مدينة درنة 118000 ساكن (حسب السجل المدني درنة سنة 2012، الجدول4)، وحسب تقديرات مصلحة الإحصاء والتعداد سنة 2021 بلغ عدد السكان بمنطقة درنة (درنة و بقية التجمعات السكانية) 205400 ساكن نسبة مهمة منهم بمدينة درنة، وبالاعتماد على نسب النمو السكاني السابقة، يقدر عدد سكان مدينة درنة سنة 2021 بأكثر من 120000 ساكن وهذا يعني أن عدد سكان درنة تضاعف 7.42 مرة بين 1954 و 2021. هذا النمو السكاني رافقه توسّع المجال العمراني الذي امتد على 1629.2 هكتار سنة 2023 أي أن المجال المبني تضاعف 23 مرة خلال أخر 81 سنة مع تراجع كبير للمساحة الزراعية التي لم تتجاوز 58 هكتار وهي تساوي حوالي ربع المساحة الزراعية سنة 1942.

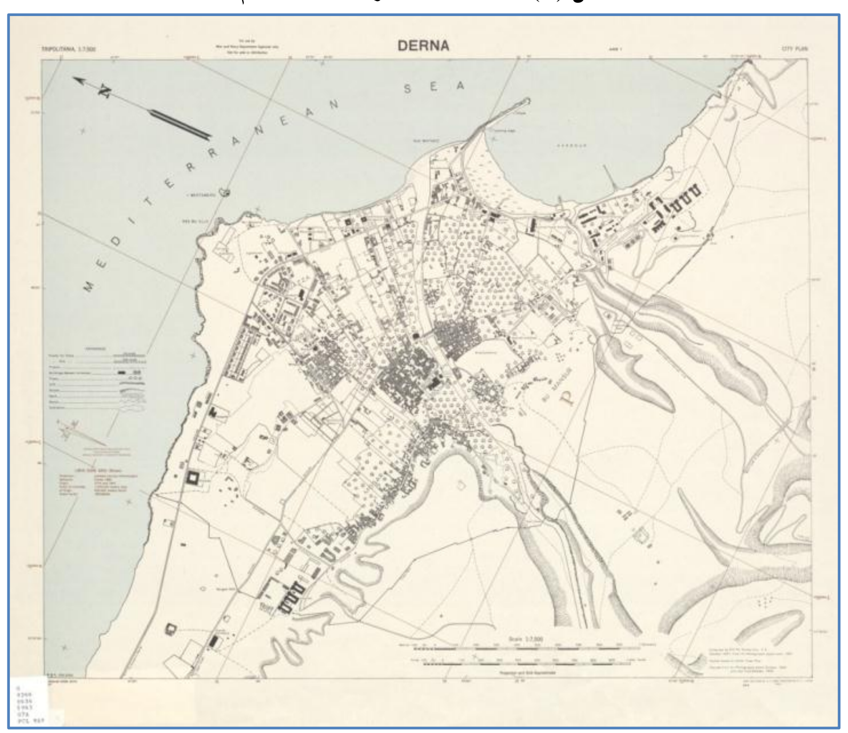
جدول (4) تطور عدد سكان مدينة درنة.

السنوات	1954	1964	1973	1984	1995	2006	2012
عدد السكان	16169	21609	37051	60390	72690	83857	118000

المصدر : - التعدادات العامة للسكان 1954 ، 1964 ، 1973 ، 1984 ، 1995 ،2006م .

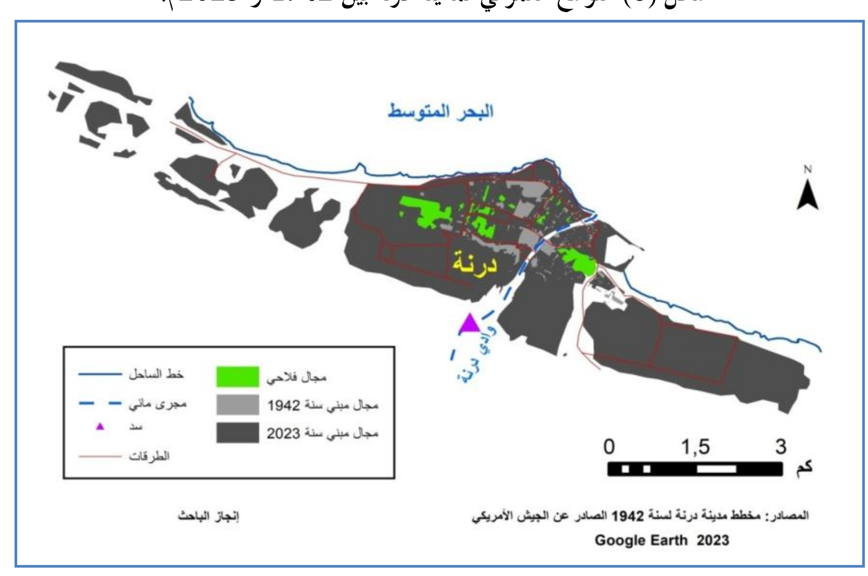
- السجل المدني درنة سنة 2012، بيانات غير منشورة، ورد ببحث كمال عبد الرزاق إسماعيل سنة 2019م.

شكل (7) مخطط مدينة درنة سنة 1942م.



المصدر: خدمة الخرائط العسكرية، الجيش الأمريكي سنة 1942م.

شكل (8) التوسع العمراني لمدينة درنة بين 1942 و 2023م.



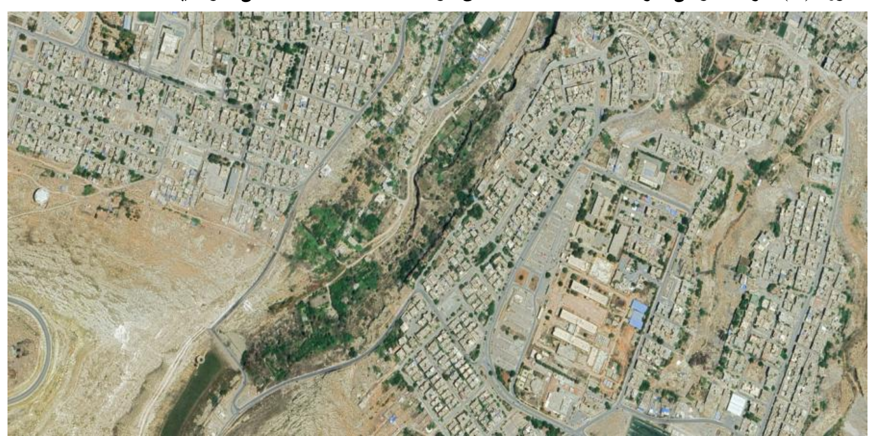
تزايد دور الإنسان في حدوث الفيضانات خلال العشريات القليلة الماضية مع التوسع العمراني وهذا يساهم في تفاقم خطر الفيضانات ويظهر هذا من خلال:

- اختيار موضع لبناء مدينة درنة منذ تأسيسها وتوسعها في العشريات الأخيرة في مصب وادي خطير وهذا ملائم لحدوث للفيضانات.
- المركز التاريخي للمدينة أي حي البلاد بني على المرتفعات والتوسع وقع على ضفاف الوادي وفي مصبه، على أراضي منبسطة في قدم المرتفعات، مع ارتفاع نسبة الانحدار في وادي درنة السفلي يزيد في سرعة سيول مياه الأمطار وجريان الأودية.
- امتداد المساحات الإسفلتية و الخرسانية والأرضيات المبلّطة التي عوضت التربة والأراضي الزراعية السابقة بعد التوسع العمراني وهذا يحدّ من نفاذية التربة ومن امتصاص مياه الأمطار وبالتالي زيادة حجم الجريان السطحي للمياه مما يشكل السيول والفيضانات.
- تزايد المباني العشوائية غير المرخص لها قبل سنة 2011 وبعدها و التي تفتقر لشبكة تصريف المياه مما يساهم في تراكم مياه الأمطار.
- يشكّل المجال المبني خاصة عندما يكون متعامدا مع السيلان الطبيعي للمياه حاجزا أمام مياه الأمطار التي يتعطل صرفها نحو البحر فتتراكم في الأحياء السكنية لاسيما المنخفضة منها وتتشكل الفيضانات.
- كثيرا من المباني شيدت على ضفاف الوادي المنخفضة وبعضها في مجرى الوادي نفسه مما يزيد من احتمال تأثرها بخطر الفيضانات.
- بسبب المناخ الجاف ومعدل الأمطار السنوي غير المهم وعدم جريان الوادي إلا خلال الأحداث المناخية الكبيرة وهي قليلة الحدوث وبسبب بناء سدّين وهما البلاد و بومنصور منذ أواخر الستينات ومنتصف الثمانينات، فإن سكان المدينة تغافلوا عن خطر الفيضانات ولم يتوقعوا تسجيل أحداثا مناخية قوية رغم تسجيل فيضانات سابقا كما ذكرنا في هذا البحث وتوسعت أحياؤهم على ضفاف الوادي وداخله أحيانا.
- غياب شبكة لتصريف مياه الأمطار أو محدوديتها في حال وجودها، بالفعل، فإن وظيفة تصريف المياه تتعطل وعدم قدرة هذه الشبكة في وضعية كمية مياه أمطار كبيرة وحجم جريان سطحي مهم، على تصريف هذه المياه، فقنوات هذه الشبكة قطرها صغير لا

يمكنّها من استيعاب الكميات الكبيرة، كما يؤدي عدم الاهتمام بهذه الشبكة وعدم صيانتها وتنظيفها في إلغاء دورها، فعندما تكون هذه القنوات مسدودة بالأتربة والفضلات تتسبب في تراكم المياه في الشوارع وتأخر صرفها نحو البحر.

- كما يساهم الغطاء النباتي في مجرى الوادي وإلقاء الفضلات هناك في ارتفاع مستوى المياه سريعا في الوادي في حال كميات كبيرة جدا وبالتالي فيضانه على ضفافه.

صورة (3) مرئية غوغل ايرث لسنة 2023 تبيّن تواجد عدة بناءات داخل الوادي محاذية لسد البلاد



.

صور (4) شبكة تصريف مياه الأمطار غير ملائمة، درنة 2021م.








المصدر: الشركة العامة للمياه والصرف الصحي ليبيا.

2-2- دور السدود:

بهدف حماية مدينة درنة من الفيضانات وتوفير المياه الصالحة للشراب تم بناء سدّين وهما سدا البلاد وبومنصور وتأتي هذه المشاريع المائية بعد فيضانات أكتوبر 1959 الخطيرة و فيضانات أكتوبر 1942 وأكتوبر 1968.

- ❖ سد البلاد: يقع جنوب المدينة على مسافة 1 كم فقط، وهو سد صغير سعته 1.5 مليون متر مكعب.
- ❖ سد بومنصور: يقع جنوب المدينة على مسافة 13 كم سعته 22.5 مليون متر مكعب.

تم بناء هذه المنشآت المائية خلال سنوات السبعينات والثمانينات عن طريق شركة يوغسلافية، وهي سدود ترابية، وتمّ استعمال الحجارة في تشييدها، وتميزت هذه السدود بعدة سلبيات ساهمت في انهيارها وحدوث الكارثة.

- سعة هذه السدود 24 مليون متر مكعب فقط في حين أن حجم الجريان السطحي السنوي مقدر ب 138.5 مليون متر مكعب سنويا، وهذه السعة تساوي أقل من نصف حجم الجريان السطحي في الوادي خلال الفيضانات الخطيرة سنة 1959 الذي قدّر 53.36 مليون متر مكعب في اليوم والشركة اليوغسلافية منفذة المشروع لم توفّق في تقدير

حجم السيلان في الوادي ولم تتوقع أحداثا مناخية استثنائية قادرة على تدمير السدود رغم أن فيضان 1959 كان قويا وخلف خسائر مادية وبشرية ويعتبر وقتها فيضانا حديثا زمن القيام بالدراسات وبناء السدود.

– السدود ترابية وهي أقرب لخزانات مياه، عملية تصميمها وتهيئتها غير ملائمة ولا يمكنها الصمود أمام جريان كبير كالسيلان الذي وقع في 10 سبتمبر 2023، ولا تتوفر فيها آليات للتحكم في المياه خاصة في حال الجريان الكبير للمياه والفيضان، فلم تجهّز بمفيض الذي يستعمل في عملية تصريف المياه إذا ارتفع مستواها في السد وبالتالي يحمي المفيض السد من الانهيار في صورة وجوده (محادثة مع السيد فائز مسلّم، مدير عام السدود بوزارة الفلاحة التونسية).

– تسببت فيضانات وادي درنة في أكتوبر سنة 1986 في بعض الأضرار المادية في سد بومنصور وبلغ مخزونه 13 مليون متر مكعب، كما بلغ حجم المياه في بحيرة السد بعد فيضانات سبتمبر 2011 حوالي 15 مليون متر مكعب (عبد الونيس عبد العزيز رمضان عاشور، 2022) وهي كميات مهمة مقارنة بسعة السد وكان من الضروري تدخل السلطات الليبية بعد هذه الأحداث لأخذ الاحتياطات الضرورة من إمكانية تسجيل أحداث مناخية وفيضانات أكبر خاصة وأن هذه الأمثلة من الفيضانات كانت نتيجة كميات أقل بكثير من كميات فيضانات درنة 2023، حيث أنها كانت بين 50 ملم بدرنة و89 ملم بالقبة غرب حوض وادي درنة.

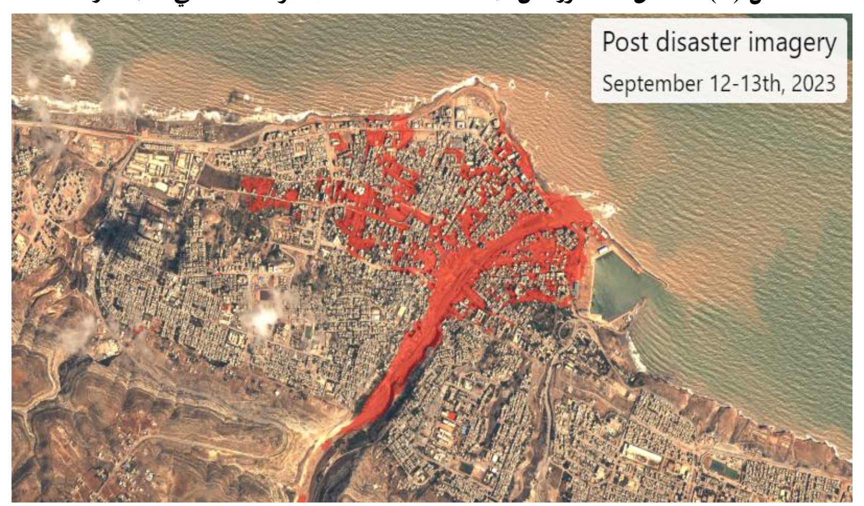
– سدّ البلاد قريب جدا من المدينة فهو يتواجد على مسافة 1 كم فقط منها، وفي حال انهياره ليس هناك مجال لأخذ الاحتياطات حيث أن المياه ستصل خلال دقائق قليلة للمدينة.

يوم 10 سبتمبر 2023، نتجت عن العاصفة دانيال كميات أمطار ضخمة في حوض وادي درنة وصلت إلى 200 مم، وسرعان ما امتلئا السدين اللذان لم يقاوما قوة سيلان المياه، فلم يصمدا أمام الكميات المتدفقة وانهارا حوالي منتصف الليل بين 10 و 11 سبتمبر 2023. شكّلت المياه التي كانت مخزنة في السدين مع المياه الجارية في الوادي بين السدّين (على مسافة حوالي 13 كم) كمية ضخمة تجاوزت 30 مليون متر مكعب على الأقل واجتاحت مدينة درنة جارفة معها كل ما يعترضها في وادي درنة السفلي خاصة في المناطق المنخفضة، أحياء سكنية بأكملها بسكانها اختفت وجرفتها المياه نحو البحر المتوسط.

يمكن تشبيه ما جرى بأمواج المد البحري تسونامي حيث بلغ ارتفاع المياه عدة أمتار، وفي شهادات لناجين ليبيين تحدثوا عن وصول المياه على ارتفاع بعض الطوابق في بعض العمارات داخل الوادي وكثير من الصور المتداولة في وسائل الإعلام تظهر تضرر الكثير من المباني لاسيما منها العالية.

صباح يوم 11 سبتمبر 2023 اكتشف الليبيون والعالم حجم الكارثة التي كانت غير مسبوقة في التاريخ الليبي حيث خلفت دمارا واسعا وآلاف الضحايا. حسب الأمم المتحدة بلغ عدد ضحايا فيضانات درنة 4352، وعدد المفقودين 8540، يعني أن الخسائر البشرية تقدر بحوالي 13000، وربما أكثر حسب مسؤولين ليبيين، وهو ما يمثل 9.23 % من مجموع سكان درنة البالغ عددهم حوالي 120000 ساكن وأكثر من 7 مرات قتلى إعصار كاترينا أحد أعنف الأعاصير التي ضربت الولايات المتحدة و ذلك بتاريخ سنة 2005. كما بلغ عدد البناءات التي دمرت أو التي تضررت من الفيضانات 4398 مبني ودمرت الجسور الخمسة التي تربط بين الضفتين الشرقية والغربية لمدينة درنة حسب *كوبرنيكوس Copernicus* وهو *برنامج* مراقبة الأرض التابع للاتحاد *الأوروبي*.

شكل (9) المناطق المتضررة من فيضانات 10–11 سبتمبر 2023 في مدينة درنة.



المصدر: Planet SkySat .

شكل (5) آثار الدمار في مدينة درنة ، فيضانات 10-11 سبتمبر 2023م.



المصدر: رويترز.

الخلاصة:

العاصفة المتوسطية دانيال وفيضانات درنة هي أكبر كارثة طبيعية وبشرية في تاريخ ليبيا، وقد اجتمعت عوامل طبيعية مناخية–هيدرولوجية–تضاريسية وعوامل بشرية وتسببت في هذه الكارثة. شهدت محطات أخرى كميات ضخمة في منطقة الجبل الأخضر وتأثرت بقوة عاصفة دانيال المدمرة (البيضاء 414 ملم، مراوة 240 ملم، شحات 200 مم، الأبرق 170 ملم، المرج 168 ملم، قصر ليبيا 158.5) وكانت الخسائر البشرية و المادية أقل بكثير، وهو يؤكد أهمية العوامل البشرية المتمثلة خاصة في توسع المدينة في مصب وادي درنة الخطير وعدم ملائمة شبكة تصريف مياه الأمطار ومحدوديتها وخاصة سلبيات تصميم وتهيئة سدّي وادي درنة. وادي درنة هو مجرى خطير جدا وهذا يؤكده حجم الجريان السطحي في يوم واحد الذي بلغ 53 مليون متر مكعب في فيضانات 1986 و 115 مليون متر مكعب في الفيضانات الأخيرة يوم 10 سبتمبر 2023.

النتائج المتمثلة خاصة في الخسائر البشرية والمادية كانت ضخمة وتاريخية حيث تسببت الفيضانات في فقدان آلاف المواطنين في درنة لحياتهم كما دّمر جزء من المدينة وهنا علينا التفكير في الحلول لمواجهة هذا النوع من الكوارث في درنة والجبل الأخضر وليبيا عموما خاصة مع التغيرات المناخية التي يشهدها العالم وتواتر الكوارث الطبيعية المتعلقة بالفيضانات

في حوض البحر المتوسط.

التوصيات:

- بناء سد كبير وعصري في ظهير درنة قادر على تعبئة كمية كبيرة من مياه الأمطار لا تقل سعته عن 100 مليون متر مكعب.
- تهيئة سدود جبلية صغيرة على بعض روافد وادي درنة لاستيعاب كميات من المياه و للحد قوة السيلان في حال الأمطار الطوفانية.
- عدم البناء قرب المجرى المائي خاصة المناطق التي تضررت من الفيضانات.
- تهيئة مجرى وادي درنة خاصة جزئه السفلي قرب مدينة درنة و في وسطها بتوسيعه وجعله أكثر عمقا و إزالة كل الحواجز داخل المجرى (غطاء نباتي، صخور، الفضلات..) لزيادة قدرة الوادي على صرف مياه الأمطار وسهولة انسيابها الطبيعي نحو البحر المتوسط.
- تهيئة ضفتي الوادي داخل مدينة درنة بحواجز وأرضيات إسمنتية قادرة على حماية الأحياء القريبة من ضفاف الوادي من الانجراف و التدمير بسبب قوة السيلان.
- تهيئة حوض وادي درنة الأوسط والعلوي على مستوي الروافد والأودية الصغيرة بحواجز ترابية وحجرية للحد من سرعة مياه السيلان وللحماية من الانجراف.
- هذه التوصيات بهدف صمود المدينة بصفة مستدامة أمام كوارث الفيضانات المحتملة مستقبلا.

المصادر والمراجع:

- الحنفي، محمد غازي ، نوح، سعيد إدريس، 2012، المتوسط المكافئ للهطول المطري والتقدير الكمي للتساقط علي حوض الجبل الأخضر-ليبيا، جامعة عمر المختار.
- الفيتوري، علي محمد، لشهب، سعد فرج، 2021 ، الخصائص المورفومترية والهيدرولوجية لحوضي وادي درنة ووادي مرقص (شمال شرق ليبيا)، دراسة تطبيقية مقارنة، مجلة جامعة سرت، العدد الثاني.
- إسماعيل، كمال عبد الرزاق، 2019، أسباب الزحف العمراني والنمو العشوائي وآثرها على مخطط مدينة درنة، جامعة بنغازي.

- بوبيضة، عبدالجواد أبوبكر، 2011 ، تقرير حول الأخطار المحتملة لفيضانات وادي درنة وسبل تفاديها، الجمعية الليبية للتخطيط والتنمية المستدامة، نشر بموقع: .https://lapsd.wordpress.com
- خالد، آدم فرج حمد، 2017، أثر المحددات الجيومورفولوجية على التوسع العمراني في مدينة درنة، " دراسة في الجيومورفولوجية التطبيقية" جامعة بنغازي.
- سعد، مفتاح موسى و عوض، عبدالواحد عوض، 2020 ، التحليل الجيمورفولوجي لحوض وادي درنة، مجلة المختار للعلوم الإنسانية، العدد38
- عاشور، عبد الونيس عبدالعزيز رمضان، 2022، تقدير عمق الجريان السطحي لحوض وادي درنة بالتكامل بين تقنيات نظم المعلومات الجغر افية و نموذج-SCS ، مجلة جامعة سبها للعلوم البحثية والتطبيقية، العدد الثاني.
- المركز الوطني للأرصاد الجوية الليبي، كميات الأمطار ليوم 10 سبتمبر 2023.
- مصلحة الإحصاء والتعداد، نتائج التعداد العام لمدينة درنة، 2006، و تقديرات السكان في ليبيا سنة 2021
- Campins, J., Genovés, A., Picornell, M. A., & Jansà, A. (2011). Climatology of Mediterranean cyclones using the ERA- 40 dataset. *International Journal of Climatology*, *31*(11), 1596-1614.
- Domingo, Albert Martí , 2022, Medicanes: A Review, Bachelor’s thesis, Universitat de Barcrelona.
- Lagouvardos, K., Karagiannidis, A., Dafis, S., Kalimeris, A., & Kotroni, V. (2021). Ianos - A hurricane in the Mediterranean. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 1-31.
- Miglietta, M. M. (2019). Mediterranean tropical-like cyclones (Medicanes). *Atmosphere*, *10*(4), 206.
- ROMERO R., EMANUEL K., (2013), Médicane risk in a changing climate, *Journal of Geophysical Research, Atmospheres* 118, p. 5992–6001.
- Oueslati A. (1999) : Les inondations en Tunisie ; ORBIS. 206 pages.
- Taoufik El Melki, « Les « médicanes » : perturbations atmosphériques déterminant des déluges en Méditerranée », *Méditerranée*, 128 | 2017, 19-27.

كارثة فيضان دانيال على مدينة درنة
بين الإهمال والتحذيرات والتوصيات السابقة

د. عبدالونيس عبدالعزيز رمضان عاشور

قسم الهندسة المدنية/ كلية الهندسة/ جامعة عمر المختار – البيضاء – ليبيا

abdelwanees.ashoor@omu.edu.ly

الملخص:

في هذا البحث، تم تناول كارثة فيضان دانيال المدمرة التي أدت إلى انهيار سدي وادي درنة وسببت حدوث خسائر كبيرة في الأرواح والمباني في مدينة درنة الليبية. تم التركيز بشكل خاص على تقدير حجم الفيضان باستخدام نموذج حفظ وصيانة الترب الأمريكية SCS-CN ، و تقدير المنحنى المائي للعاصفة المطرية وفق ثلاث سيناريوهات حسب البيانات المتاحة للأمطار في المحطات المطرية لمدن درنة والأبرق والبيضاء والمسجلة بالقيم (200، 170، 412 ملم) على التوإلى. تمت مقارنة النتائج بالفيضان التصميمي لسدي وادي درنة وتأثيرها على انهيار السدين. كذلك تم تسليط الضوء على التحذيرات والتوصيات السابقة ومدى تأثيرها على حجم الكارثة و فهم الأسباب الجذرية نتيجة للإهمال والتقصير في تنفيذ تدابير الوقاية اللازمة. توصلت الدراسة الى أن مشروع حماية مدينة درنة من الفيضانات السيلية تم تنفيذه بشكل جزئي وفق الدراسات التصميمية للشركة المصممة عام 1972 م خاصة فيما يتعلق بعدم تنفيذ مقترح سد سيرة الوشكة في الجزء العلوي من الحوض والذي يقلل من المساحة التجميعية لسد بومنصور من 470 الى 140 كيلومتر مربع، كذلك عدم الأخذ بالتحذيرات والتوصيات السابقة التي قامت بها شركة ستوكي عام 2003م بوضع مقترحات تمثلت بالصيانة الفورية للسدود وتنفيذ مفائض إضافية لكل سد، سبب رئيسي في حدوث الكارثة بمعنى أنه لو تم تنفيذ هذه التوصيات لما حدثت هذه الكارثة وفق أسوء تقدير لحجم فيضان دانيال المقدر بـــ 116 مليون مترمكعب، ناهيك عن عدم الأهتمام بتنفيذ سدود متوسطة وصغيرة تنتشر على مساحات شاسعة من الحوض تساعد في التحكم بالفيضانات ومنع انجراف التربة وفق المقترح التصميمي للشركة المصممة عام 1965م. وفق تقديرات حجم عاصفة دانيال للسيناريوهات الثلاث وجد أن السيناريو الأول والذي أعتمد على قراءة الأمطار المسجلة في محطة درنة هو الأدق من حيث تتبع منحنى العاصفة المطرية وذروتها حيث بلغ حجم الفيضان 69 مليون متر مكعب وذرة تصريف مياه الفيضان 2356 متر مكعب في الثانية وأدت إلى انهيار سدي وادي درنة.

الكلمات المفتاحية: الفيضانات، سدي وادي درنة، نظم المعلومات الجغرافية GIS، نموذج SCS-CN.



Derna's Daniel Flood: A Tale of Neglect, Warnings, and Prior Recommendations

Abdelwanees Ashoor
Civil Engineering Department, Omar Al-Mukhtar University, Albeida, Libya
abdelwanees.ashoor@omu.edu.ly

Abstract.

This paper focuses on the disastrous flood occurrence in Wadi Derna, Libya, which led to the collapse of the dams, causing considerable damage and loss of life. The study aims to estimate the flood volume using the SCS-CN method under three different rainfall scenarios. The recorded rainfall in Derna, Al-Abrak, and Al-Bayda was 200 mm, 170 mm, and 412 mm, respectively. The study revealed that negligence and a failure to follow important procedures, particularly the non-implementation of the proposed Al-Waskizi dam since 1972 and a disregard for previous warnings and recommendations, were major contributors to the disaster. Furthermore, taking essential precautions, such as constructing medium and small dams, might have potentially avoided the disaster and helped with flood management and soil erosion prevention. Among the three scenarios, the first scenario based on recorded rainfall data in Derna provides the most accurate representation of the storm hydrograph, with a flood volume of 69 million cubic meters and a peak discharge of 2356 cubic meters per second.

***Keywords*:** Flash Floods; Wadi Derna Dams; GIS; SCS-CN Method.

المقدمة:

الفيضانات السيلية يمكن وصفها بأنها فيضانات سريعة ومدمرة تحدث نتيجة لتساقط أمطار غزيرة في فترة زمنية قصيرة. عندما تتراكم كميات كبيرة من الأمطار بسرعة كبيرة تسهم في حدوث الفيضانات السيلية في التضاريس الجبلية والأودية الضيقة والتربة الصلبة التي لا تمتص المياه بسرعة، مما يؤدي إلى ارتفاع منسوب المياه وانتشارها في المناطق المنخفضة بشكل سريع ومفاجئ، وتجاوز حدود الأنهار والسدود. كما تلعب التجمعات العمرانية دورًا في زيادة خطر الفيضانات السيلية، حيث تؤدي الأسطح المعبدة في المدن إلى تجميع المياه وتسريع انتشارها. على مدى العامين الماضيين بسبب ظاهرة التغير المناخي، شهد العالم زيادة في الظواهر المتطرفة، حيث ضربت موجات الجفاف المدمرة أوروبا، وشرق أفريقيا، وآسيا، وأميركا الجنوبية، وضربت الفيضانات باكستان، وتعرضت النظم البيئية والمجتمعات المحلية بأكملها للتهديد (Qiu et al., 2023). يعتبر ارتفاع درجة حرارة سطح البحر المتوسط عاملاً رئيسياً وراء تشكل الأعاصير المدارية التي ترافقها رياح حلزونية تتشكل بسبب الموجة الاستوائية المدارية قبالة المحيط الأطلسي، وتم التعرف على هذه الظاهرة أول مرة في الثمانينيات (الجزيرة، 2023). في سبتمبر 2023 ضربت عاصفة شبيهة بالإعصار جنوب أوروبا في بلغاريا وإلبونان وأجزاء من تركيا فأطلقت الأرصاد الجوية إلبونانية عليها اسم "دانيال" على أمل أن يكون خفيفا كما الأعاصير التي حملت نفس الاسم من قبل (Samuels, 2023)، إلا أنه تحول إلى إعصار شديد لا سيما مع وصوله إلى ليبيا حتى صنّف واحدا من أقوى العواصف الممطرة وأشدها في آخر 100 عام (الجزيرة، 2023). تسببت هذه العاصفة في حدوث فيضانات سيلية مدمرة ضربت مدن الشرق الليبي، ونتيجة لكميات الأمطار الهائلة التي سقطت على حوض وادي درنة أنهار سدي وادي درنة مما تسبب في حدوث دمار هائل بوسط مدينة درنة والآلاف من الضحايا ونزوح عدد كبير من سكان المدينة. لدراسة الفيضانات السيلية في المناطق ذات المناخ الجاف وشبة الجاف والتي تفتقر الى محطات لقياس كمية الأمطار والجريان السطحي يتم اللجوء الى عدة طرق لتخمين حجم الفيضان، من أهم هذه الطرق هي نموذج حفظ وصيانة الترب الأمريكية (Soil Conservation Service Method-Curve Number, SCS-CN). وقد أظهر أستخدام هذا النموذج دقة عإلىة في خاصة في دراسة الفيضانات في بعض الأحواض

المنتشرة في ليبيا ومن أهم هذه الدراسات علي سبيل المثال (عاشور، 2022، و بن طاهر 2022، و الضراط، 2020، و حمد، 2020، و الرياني وآخرون، 2019، و الغرياني، 2015، و عشماوي وآخرون، 2014). في هذا البحث تم تقدير حجم المنحنى المائي لفيضان عاصفة دانيال وتأثيره على انهيار السدين في ظل الإهمال المتعلق بالصيانة وعدم الأخذ بالتوصيات والتحذيرات السابقة.

مشكلة البحث:

تتسبب الفيضانات السيلية إذا ارتبطت بانهيار السدود في العديد من الضحايا والكثير من التدمير في أحداث كثيرة وقعت من أنحاء العالم، وتزداد الخسائر سوءاً إذا ارتبطت بالإهمال في صيانة السدود وعدم الأخذ بتحذيرات وتوصيات سابقة كانت ستنقذ العديد من السكان وتقلل من حجم الدمار. تسلط هذه الدراسة الضوء على مشكلة الإهمال الكبير الذي تسبب في هذه الكارثة الغير مسبوقة في تاريخ الدولة الليبية من حيث عدد الضحايا والتدمير الكبير في البنية التحتية لمدينة درنة.

فرضية الدراسة:

يحاول البحث فهم ما حدث في كارثة عاصفة دانيال على مدينة درنة من خلال فرضيتين تمثلت الفرضية الأولى ما حدث من انهيار للسدين بسبب عدم الأخذ بالتحذيرات والتوصيات السابقة. أما الفرضية الثانية تجيب على سؤال مهم وهو هل كانت السدود ستنهار لو تم الأخذ بالتحذيرات والتوصيات السابقة والتي أشارت إلى بناء سد ثالث في الجزء الأعلى من حوض وادي درنة بالإضافة إلى صيانة السدود وإضافة مفيض لكل سد.

أهداف البحث:

الهدف من دراسة الفيضان السيلي على مدينة درنة بسبب عاصفة دانيال هو فهم وتحليل أسباب انهيار سدي وادي درنة، وتشمل أهداف الدراسة ما يلي:

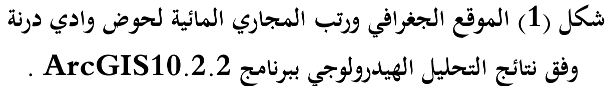
1. تقدير حجم المنحنى المائي لفيضان عاصفة دانيال في حوضي تجميع سدي وادي درنة.
2. تعيين أثر إهمال صيانة سدي المدينة وعدم تنفيذ سد ثالث في نشوء حالة انهيار السدين.
3. تقديم توصيات فعالة للسلطات المعنية للتعامل مع مشكلة الفيضانات السيلية وتحسين

إدارة السدود والتصريف المائي في ليبيا.

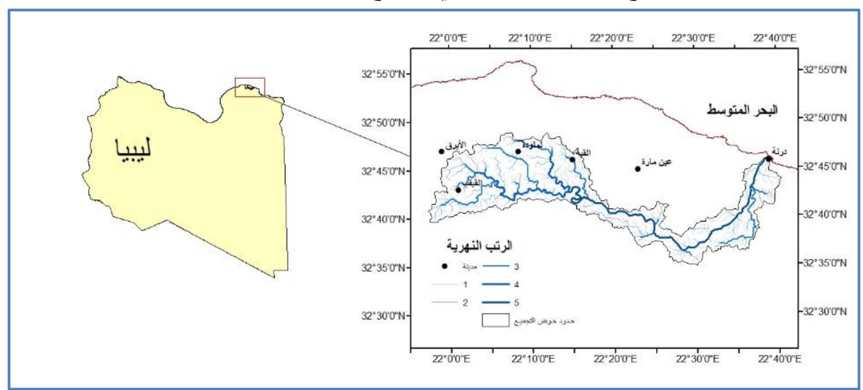
4. تعزيز التوعية والتثقيف لدى الجمهور حول خطورة الفيضانات السيلية وأهمية الحفاظ على سلامة وصيانة البنى التحتية المائية.

منطقة الدراسة:

حوض وادي درنة: مدينة درنة هي مدينة جبلية تقع في شمال شرق ليبيا يحدها من الشمال البحر المتوسط ومن الجنوب سلسلة من تلال الجبل الأخضر .كما تعتبر ثاني كبرى مدن الجبل الاخضر بعد مدينة البيضاء ويشطر المدينة الى نصفين وادي درنة وهو أحد الأودية الكبيرة المعروفة في ليبيا ويعتبر المجرى الرئيسي الذي ينتهي وصولا الى البحر والذي تصب فيه عديد من الأودية داخل مساحة تجميع حوض وادي درنة. يمتد حوض وادي درنة في الجزء الشرقي من الجبل الأخضر بين دائرتي عرض "43 '34 °32 و "33 '48 °32 شمالاً وبين خطي طول "06´41 °22 و "18´57 °22 شرقا ويحده من الغرب مدينتي لبرق والفائديه، ويرتفع منسوب وادي درنة حوإلى 765 متر فوق مستوى سطح البحر من جهة الغرب ثم ينحدر في اتجاه الشرق، ثم يتجه شمالا إلى مصبه النهائي بالبحر ماراً بوسط المدينة، كما توجد بعض المراكز العمرانية داخل المساحة السطحية للحوض متمثلة في القبة والقيقب ولملودة ويبلغ طول الحوض حوإلى 70km تقريبا وتبلغ مساحته $570\ km^2$ ويبلغ متوسط العرض للحوض 8km تقريبا والشكل (1) يوضح الموقع الجغرافي لمنطقة الدراسة.



شكل (1) الموقع الجغرافي ورتب المجاري المائية لحوض وادي درنة وفق نتائج التحليل الهيدرولوجي ببرنامج ArcGIS10.2.2 .



المصدر: من عمل الباحث باستخدام برنامج ArcGIS10.2.2

الفيضانات السيلية في حوض وادي درنة:

حدثت العديد من الفيضانات في حوض وادي درنة أدت إلى حدوث خسائر بشرية ومادية، وأهم الفيضانات المدونة التي حدثت في الحوض (بوبيضة، 2011)، ما يلي:

1. (أكتوبر 1942) حدث فيضان ضخم تحدث عنه الكثير من المعاصرين، ولم تعرف الخسائر آنذاك نظراً لظروف الحرب العالمية الثانية.
2. (فيضان 1959) في الأول من أكتوبر حدثت أمطار غزيرة سجلت بمحطة مدينة درنة للأرصاد بـ (145.7 مم) وفي اليوم الثاني بـ (154.7 مم) وحُسب معدل حجم الجريان بـ (404 م^3/ ثانية) من قبل شركة الهيدروبروجكت واستمر هذا الفيضان وكان أضخم ليلة (1959/10/02)، أدى الفيضان إلى خسائر بشرية ومادية، كما هو معروف لدى العديد من المعاصرين.
3. (أكتوبر 1968) هذا الفيضان كان متوسط القوة ولم يحدث أضراراً تذكر. نتيجة لهذه الفيضانات المتكررة وخطورتها على مدينة درنة قررت الدولة الليبية عام 1965م وضع خطة استراتيجية بواسطة تعاقدها مع شركة الهيدروبوجكت إليوغسلافية لحماية المدينة من أخطار الفيضانات.
4. (فيضان1971) هذا الفيضان حدث يوم (1971/9/1) وحتى (1971/9/5) أي أربعة أيام متتالية وكان معدل حجم الجريان (149 متر^3/ ثانية) والكمية الكلية للفيضان (20) مليون متر مكعب، أهمية ذكر هذا الفيضان هو أن شركة الهيدروبوجكت اليوغسلافية هي التي قامت بدراسة هذا الفيضان وكانت متواجدة بأجهزتها ومحطاتها ومهندسيها وخبرائها في حينها.
5. (نوفمبر 1986) حدث فيضان ضخم وذلك بعد إنشاء سدي البلاد وبومنصور من قبل شركة الهيدروبروجكت عام 1977م وأدى إلى بعض الأضرار المادية ولولا حجز سد بومنصور كمية من المياه بلغت أكثر من (13 مليون متر مكعب) من المياه حسب قراءة الهيئة العامة للمياه لبيانات الأمطار المسجلة أثناء فترة العاصفة المطرية، لتعرض سكان الوادي والمدينة لخسائر كبيرة ونشاهد في الشكل (2)، ارتفاع منسوب المياه في سد بومنصور وسد البلاد عام 1986م.

شكل 2: فيضان سنة 1986م في سدي وادي درنة.

سد البلاد **سد بومنصور**




6. (سبتمبر 2011) وصلت كمية المياه ببحيرة تخزين سد بومنصور إلى أكثر من (15 مليون م^3) بفترة زمنية قصيرة لم يشهدها السد ولا المنطقة منذ فيضان عام (1986) الأمر الذي سبب هلعا لدي سكان المدينة وخوفا بسبب استمرار تدفق المياه ببحيرة السد ووصولها إلى مستويات خطيرة خاصة حيث أن وضعية جسم السد واستقراره تدعو للقلق، شكل (3). من خلال متابعة الوضع من قبل لجنة الطوارئ المشكلة آنذاك تبين وجود العديد من المشاكل التي تهدد سلامة السدين وهي وجود هبوطات وتشققات بقمة سد بومنصور سببت في تحرك الركام الحجري كذلك لوحظ نمو أشجار الزيتون والتين بقمة السد الأمر الذي يؤكد زيادة التشققات بجسم السد (بوبيضة و آخرون، 2011).

من المعروف أنه في معظم مناطق العالم تحدث الفيضانات عادة في فصل معين من السنة أكثر منها في فصول أخرى، و هنا نجد أن فصل الخريف هو أكثر الفصول التي تحدث فيه الفيضانات في منطقة الدراسة.

شكل (3) وصول المياه الى مفيض سد البلاد أثناء فيضان سنة 2011م.



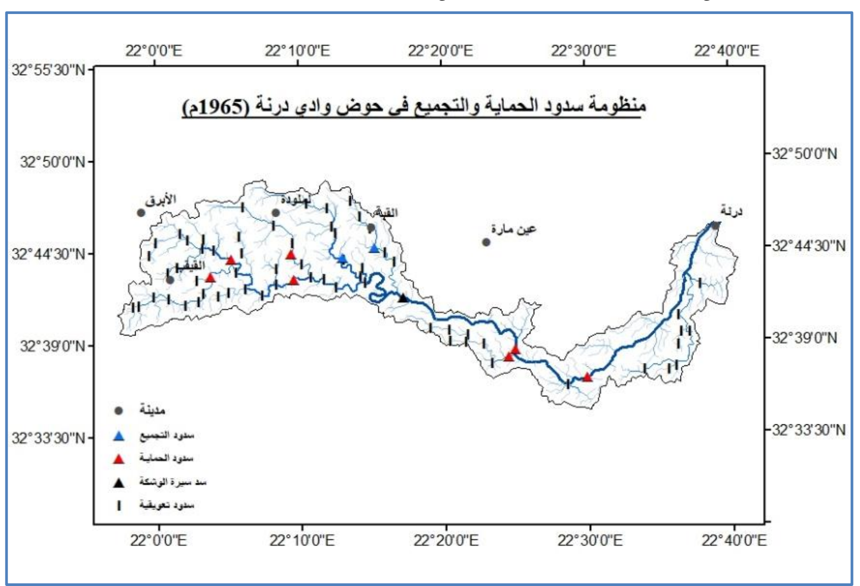
الدراسات السابقة:

على ضوء ما توفر من الدراسات التصميمية والتقارير و الأبحاث حول موضوع الدراسة فقد صنفت تلك الدراسات بهدف تسليط الضوء على التحذيرات والتوصيات السابقة المتعلقة بمخاطر الفيضانات على سدي وادي درنة وذلك على النحو التالي:

مشروع تطوير حوض وادي درنة عام 1965م:

نظرا لخطورة الفيضانات السيلية المتكررة في حوض وادي درنة قامت الدولة الليبية إبان عهد المملكة بالتعاقد مع شركة الهيدروبروجكت إليوغسلافية (Hidroprojekat) المتخصصة في إنشاء السدود عام 1965م بدراسة حوض وادي درنة وتقييم الوضع لحماية مدينة درنة من الفيضانات (Hidroprojekat, 1965) . قامت الشركة بعمل دراسة متكاملة عام (1965م) على إثرها أقترحت تصميم منظومة متكاملة من السدود يصل عددها إلى (71 سد) بدون وجود لسد البلاد وبومنصور كما هو مبين بالشكل رقم (4) .

شكل (4) السدود المقترحة من قبل شركة الهيدروبوجيكت سنة (1965)



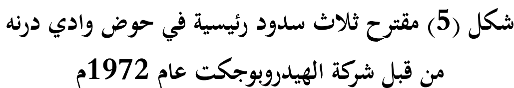
المصدر: من اعداد الباحث وفقا للخريطة الأصلية المقدمة من الشركة بواسطة برنامج ArcMap

تركزت هذه السدود في الجزء الأعلى والأوسط من الحوض، و تشتمل على عدد كبير من السدود في نظام متكامل مهمته الرئيسية تقليل تدفق المياه لحماية مدينة درنة من الفيضانات وتشمل على عدد اثنين من سدود التجميع (Accumulation Dam) مهمتها تجميع المياه للأغراض الزراعية في الجزء العلوي من الحوض و مجموعة من السدود يصل عددها الى 8 سدود لغرض التحكم في الفيضانات وتعرف بسدود الحماية (Flood control dams) منها ثلاث سدود وضعت في المنطقة الوسطى من الحوض يصل ارتفاعها حسب تصاميم الشركة من (15 – 18م) وسد رئيسي في منطقة سيرة الوشكة ارتفاعه 30 م ، وهو أكبر سد في هذه المنظومة مصمم لكي يحجز كمية مياه مقدارها يصل إلى (15 مليون م^3) من المياه القادمة من الجزء العلوي، بالإضافة الى 4 سدود أخرى موزعة أيضا في الجزء العلوي من الحوض يصل ارتفاعها من (8-12م) ، ووظيفتها السيطرة على موجة الفيضان ومزودة بمفايض لتصريف الماء، وعدد كبير من السدود الصغيرة (Weirs) أو ما يسمى بالسدود التعويقية، يصل ارتفاعها إلى (6م) تغطي مساحة (120كم^2) مزودة بقنوات تصريف والعدد الإجمالي لها هو (61) سد تعويقي منتشرة على روافد الحوض الصغيرة.

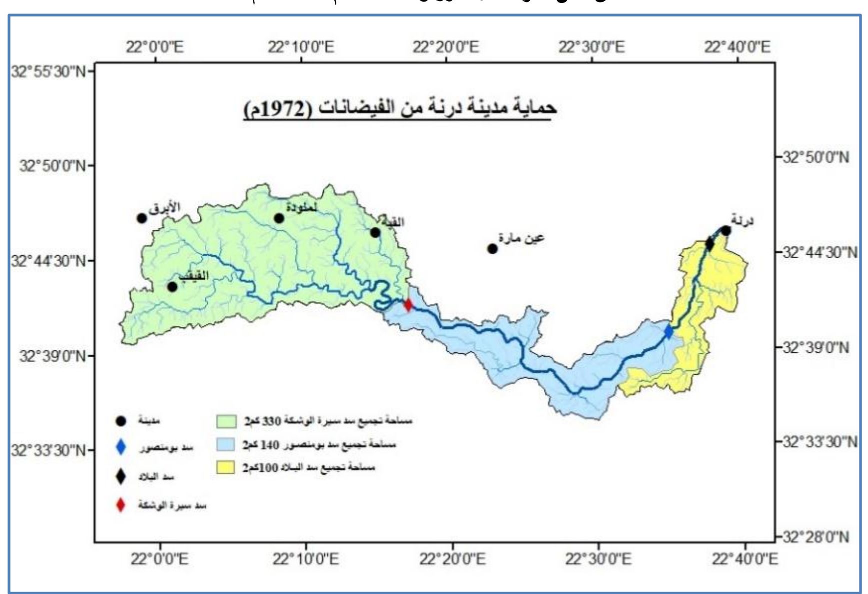
جميع هذه السدود من النوع الركامي المكونة من التربة والحصى وبسبب توفر المواد المكونة لهذه السدود في محاجر قريبة من مواقعها، يؤدي ذلك إلى انخفاض تكلفة النقل، بالتإلى تكون تكلفة المشروع منخفضة من الناحية الاقتصادية للدولة الليبية. أهمية هذه المنظومة المتكاملة من السدود تكمن في تحقيق عدة أهداف تكمن في منع التربة من الانجراف في المساحات التي تشغلها، و تكوين مساحات وطبقات من التربة تكون صالحة للزراعة، أو تكون مراعي خضراء يمكن استخدامها في الرعي، إضافة إلى تغذية المياه الجوفية، كما أنها تهدف إلى تهدئة جريان الماء والتقليل من مخاطر الفيضانات في مدينة درنة. هذه المنظومة المتكاملة من السدود وضعت بمسافة بعيدة عن مدينة درنة لضمان زيادة في الآمان لأن السدود التي تكون بالقرب من التجمعات السكنية تشكل خطر كبير على حياة الناس إذا انهارت بفعل الفيضانات الغير محسوبة وخاصة في زمن تغير وعدم استقرار المناخ.

مشروع حماية مدينة درنة من الفيضانات عام 1972م:

قدمت هذه الدراسة في عهد الدولة الليبية الثانية والتي قامت عام 1969م، حيث قامت الدولة بالعمل على المشاريع المقترحة التي تعاقدت عليها دولة المملكة عام 1965م من قبل شركة الهيدروبوجكت اليوغسلافية ولكن بمقترح تصميمي مختلف عام 1972م لحماية مدينة درنة من الفيضانات (Hidroprojekat, 1972). ركز هذا المقترح على تصميم ثلاث سدود لحماية المدينة وهي سد البلاد وسد بومنصور وسد سيرة الوشكة، هذا المقترح يبين أن مساحة تجميع سد البلاد (100 كم^2) وسد بومنصور (140 كم^2) وسد سيرة الوشكة في المنطقة الوسطى بمساحة تجميع (330 كم^2) كما هو مبين في الشكل (5).



شكل (5) مقترح ثلاث سدود رئيسية في حوض وادي درنه
من قبل شركة الهيدروبوجكت عام 1972م



تم تقدير الفيضان التصميمي للسدود الثلاثة المقترحة بناءً على بيانات الأمطار المتوفرة في ذلك الوقت وهي لمدة 25 عام من الفترة بين عام 1945 الى 1970م. وفقا لهذه الدراسة وبالنظر إلى خصائص الأمطار في الحوض فإن الجريان السطحي يحدث في ثلاثة حالات، أولها حدوث أمطار غزيرة تسبب جريان سطحي في الجزء الأسفل من الحوض وهذه

الحالة أكثر تكرار، بينما يكون الجريان السطحي في نفس الوقت اقل في الجزء الأوسط، في حين أن الجزء الأعلى يكون جاف. أما في الحالة الثانية هي تساقط أمطار غزيرة تحدث جريان سطحي في الجزء الأعلى لكن بسبب انتشار الحفر والبالوعات والشقوق الكارستية وكثافة الغطاء النباتي يختفي ولا يصل هذا الجريان إلى مدينة درنة. أما الحالة الأخيرة هي حدوث أمطار استثنائية نادرة يغطي فيها الجريان السطحي الجزء الأكبر من حوض وادي درنة وتكون كمية الأمطار وشدتها أكبر من امتصاص الأرض لها، وبذلك يتدفق الماء السطحي خلال وادي درنة وهذا يحدث بعد 7-8 سنوات (Hidroprojekat, 1972). الحالة الثالثة هي التي تولد حدوث فيضانات خطيرة تؤثر بشكل خاص على مدينة درنة وتسبب في حدوث أضرار كبيرة في المنشآت والأرواح. توصلت هذه الدراسة أن معامل الجريان السطحي يصل الى 30% على ضوء ذلك تم تقدير الفيضان التصميمي لفترة عودة (100 – 1000 - 10000 عام) والجدول (1) يبين الفيضان التصميمي وفقا لتقديرات شركة Hidroprojekat عام 1972م.

جدول (1): الفيضان التصميمي وفقا لتقديرات شركة Hidroprojekat عام 1972م

المقطع	100 عام		1000 عام		10000 عام	
	حجم الفيضان $10^6 m^3$	تصريف الفيضان m^3/sec	حجم الفيضان $10^6 m^3$	تصريف الفيضان m^3/sec	حجم الفيضان $10^6 m^3$	تصريف الفيضان m^3/sec
كامل الحوض	10	610	18	1100	29	1780
سد بومنصور	8	490	14	855	22.5	1380
سد سيرة الوشكة	8	490	12.8	780	15.8	960

مشروع تنفيذ حماية مدينة درنة عام 1977م:

بعد أن أعدت الشركة اليوغسلافية هيدروبروجكت دراسات متعددة لحوض وادي درنة، تناولت فيها الظروف الطبيعية، ودراسة التراكيب الجيولوجية في المنطقة، والمصادر المائية بالإضافة إلى الدراسات المناخية، وتقدير الفيضانات التصميمية للسدود المقترحة، لم ينفذ من المشروع إلا سد البلاد وسد بومنصور وتمت عمليات تشغيل السدين عام 1977م (Hidrotehnika, 2016)، ولم يتم تنفيذ السد الثالث لاستكمال المقترح المقدم من الشركة المصممة عام 1972م لحماية مدينة درنة من أخطار الفيضانات السيلية المتكررة.

سد البلاد

يقع سد البلاد في مدينة درنة عند مسافة 2.25km عند قياس المسافة من نهاية مجرى الحوض بداية من شاطئ البحر إلى السد ويبعد مسافة 13.35km شمال سد بومنصور، وهو من النوع الركامي ذو القالب الطيني، مزود بمفيض بئري قدرة تصريفه $350\ m^3/sec$ وظيفته منع عبور المياه فوق قمة السد وهو أقل من منسوب قمة السد بمترين ونصف كما هو موضح في الشكل (6) . كما توجد أربعة بوابات للتحكم في منسوب ماء بحيرة السد وضعت على مناسيب مختلفة تبدأ من أسفل قاعدة السد باتجاه الأعلى تعمل على تصريف المياه بمقدار كلي يبلغ $21\ m^3/sec$.عرض السد عند القمة 8m وعند القاعدة 84m ويبلغ طول السد 100m وارتفاعه 40m ومنسوب السد عند القمة 45m فوق مستوى سطح البحر، والميول الجانبية تجاه البحيرة 1:1.5 وخلف السد 1:1.4 ، وتبلغ سعته التخزينية 1.5 مليون متر مكعب وتكمن أهميته في حماية المدينة من الفيضان.

شكل (6) سد البلاد عام 2007م.

سد البلاد


مفيض السد (spillway)





سد بومنصور:

يقع سد بومنصور جنوب مدينة درنة عند مسافة 15.6kmعند قياس المسافة من نهاية مجرى الحوض الى السد، وهو من النوع الركامي أيضاً مزود بنواة من الطين وطبقتين من المرشحات على وجه النواة، ويوضح الشكل (7) المفيض المتواجد في هذا السد حيث تبلغ قدرة تصريفه $170\ m^3/sec$، كما توجد أربعة بوابات للتحكم في منسوب ماء بحيرة السد على مناسيب مختلفة تعمل على تصريف المياه بمقدار كلي يبلغ $41\ m^3/sec$. وقد أسس

السد على طبقة من الأحجار الكلسية، مما تطلب إزالة طبقات الحصى والطمي التي تغطي الصخور، عرض السد عند القمة 7m، والعرض عند القاعدة 158.1m ويبلغ طول السد 380m وارتفاع السد 75m، ومنسوب السد عند القمة 228m فوق مستوى سطح البحر والميول الجانبية تجاه البحيرة (1:1.4) Upstream وخلف السد (1:1.5) Downstream، وتبلغ السعة التخزينية للسد 22.5 مليون متر مكعب، ويعتبر سد بومنصور السد الرئيسي والمصمم لاستقبال أحداث هيدرولوجية نادرة قبل أن تصل إلى مدينة درنة.

شكل (7) سد بومنصور عام 2007م.

سد بومنصور



مفيض السد (spillway)



دراسة شركة ستوكي السويسرية عام 2003م:

بدأت التحذيرات بخطورة الوضع في سدي وادي درنة بعد فيضان 1986م حيث حجز سد بومنصور كمية من المياه بلغت أكثر من (13 مليون متر مكعب) حيث أستمر هذا الفيضان أكثر من 12 ساعة، تسبب في خسائر مادية بوسط الوادي والمدينة ودخول المياه إلى البيوت عند المصب كما أدى إلى بعض الأضرار في سدي وادي درنة تمثلت في حدوث ظاهرتان تدلان على وجود خلل في هذين السدين. فيما يتعلق بسد البلاد تسبب الفيضان في حدوث هبوط في الكتف الأيمن لجسم السد حوإلى 15 سم في الجهة الشرقية للسد. أما سد بومنصور لوحظ تسرب للمياه من خلال جسم السد بشكل خطير جدا حيث قامت الهيئة العامة للمياه بالتعاقد مع شركة ستوكي STOCKY السويسرية عام 2003م لمعرفة الأسباب ومدى خطورة الوضع.

قامت شركة STOCKY السويسرية الهندسية للبنية التحتية وتطوير وتصميم وتنفيذ المشاريع سنة 2003م، بتكليف من قبل الهيئة العامة للمياه بدراسة خطورة الفيضانات في حوض وادي درنة، وتقديم مقترحات لإجراء تعديلات تصميمية لسدي وادي درنة للمحافظة على السدين من خطر الانهيار (STOCKY, 2003). الدراسة تطرقت إلى تحديد الخصائص الرئيسية للفيضان التصميمي (1000عام) لتقييم وضع السدود القائمة خاصة سد بومنصور وتقديم المقترحات والتوصيات لمعالجة هذا الخطر. أشارت الشركة إلى أنه بسبب نقص البيانات لم يكن من الممكن إجراء تقديرات دقيقة للفيضان التصميمي ، لذلك تم الاعتماد على ثلاث أساليب حسابية مختلفة تم تكييف دقتها مع جودة البيانات المتاحة للتركيز على حساب حجم الفيضان. في النهج الأول قامت الشركة باستخلاص القيم المتعلقة بالفيضان التصميمي من خلال المقارنة مع ثلاث مناطق أخرى تمثلت في حوض وادي القطارة ببنغازي ووادي الزرات في طرابلس ووادي طلال في سرت. النهج الثاني ركزت فيه على حوض وادي درنة بتتبع بيانات الأمطار المتوفرة وطبقت الأنماط السابقة للعواصف المطرية عن طريق التشابه مع المنحنيات المائية المسجلة في الحوض. أما فيما يتعلق بالنهج الثالث قامت الشركة باستخدام النموذج القياسي الذي يحدد العلاقة بين الأمطار والجريان السطحي (The Gradex method). من خلال نتائج هذه الطريقة توصلت الشركة إلى تقدير متوسط الأمطار للفيضان التصميمي (1000 عام) بمقدار(265 ملم) وقدرت حجم الفيضان بقيمة 67 مليون متر.

اعتمدت الشركة في حساباتها على ثلاث محطات مطرية وهي محطة الفتائح و درنة وعين مارة، أشارت الشركة أنه عندما يصل هطول الأمطار إلى الأرض يتم فقدان جزء منه (التسرب – التبخر– ...الخ)، ويتدفق جزء منه فوق الأرض ويساهم في الزيادة الفورية في تصريف الفيضان خلال شبكة الأودية في الحوض وبسبب صعوبة تقدير معامل الجريان السطحي، وفق البيانات المتاحة قامت الشركة بإجراء معايرة جادة لوحدة المنحنى المائي (Unit hydrograph) بناءً على فيضان 1986 م الذي حدث في شهر نوفمبر، حيث كان متوسط الأمطار 75 ملم أدى إلى تجميع مياه قدرها (13 مليون متر مكعب) في خزان سد بومنصور حيث قدر معامل الجريان السطحي بقيمة 40% وهي قيمة عالية إلى حد ما بالنسبة لفيضان من شأنه أن يخزن مياه قدرها 14 مليون متر مكعب، كما ذكر

بالنص في تقرير الشركة. وفيما يلي يبين الجدول (2) مقارنة بين حسابات شركة HIDROPROJEKAT والمكتب الاستشاري STOCKY للفيضان التصميمي.

جدول (2) الحسابات المقدمة من شركتي HIDROPROJEKAT و STOCKY للفيضان التصميمي (1000 عام) لسد بومنصور.

اسم الشركة	تصريف الفيضان (m^3/sec)	حجم الفيضان (مليون $م^3$)
HIDROPROJEKAT (1972)	840	14
STOCKY (2003)	2526	67

خلاصة التقرير أدت إلى تقدير فيضانات أعلى بكثير من تلك التي تم النظر فيها في التصميم الأولي لسد بومنصور سواء كان في تقدير ذروة التدفق أو في الحجم الإجمالي للفيضان التصميمي (1000 عام). توضح الأرقام الموجودة في الجدول(2) مدى الاختلاف الكبير في الأرقام مما يدل على خطورة الوضع فيما لو حدثت فيضانات قريبة من حجم الفيضان التصميمي فإن حتمية انهيار السدين واردة بشكل كبير جدا. لذلك قامت الشركة السويسرية بوضع توصياتها على الصيانة الفورية للسدين وعمل تعديلات تصميمية من ضمنها زيادة مفيض إضافي لكل سد. بالنسبة لسد بومنصور أوصت الشركة بتنفيذ مفيض جديد لغرض تصريف مياه الفيضان ذات احتمال الحدوث مرة كل (1000 سنة)؛ بسعة أربعمائة وثلاثين ألف لتر في الثانية عند منسوب (215 متر) وبذلك يكون إجمالي سعة المفائض، عقب الإنجاز، ستمائة ألف لتر في الثانية. أما في سد البلاد اقترحت الشركة تنفيذ مفيض إضافي لغرض استيعاب الفيضانات المتوقعة، وكذلك المياه الفائضة من سد بو منصور بسعة ثلاثمائة وخمسة عشر ألف لتر في الثانية عند منسوب (43 متر) وبذلك يكون إجمالي سعة المفائض، عقب الإنجاز، ستمائة وخمسة وستين ألف لتر في الثانية.

تقرير لجنة الطوارئ بمدينة درنة أثناء فيضان 2011م:

في تقرير نشر في موقع الجمعية الليبية للتخطيط والتنمية المستدامة عام 2011م من قبل المهندس عبدالجواد بوبيضة الخبير المائي في الهيأة العامة للمياه بدرنة تحدث فيه عن خطورة الوضع في سدي وادي درنة بعد الفيضان الكبير الذي حدث في نفس السنة بتاريخ

2011/09/29م بعد وصول كمية المياه المحتجزة من الفيضان 15 مليون متر مكعب، حيث شكلت لجنة طوارئ في المدينة تمثلت في (المجلس المحلي- قطاع الزراعة ولجنتيه الفنية – الجهات الأمنية التابعة للمجلس – الهيأة العامة للمياه – نقابة المهندسين – إذاعة درنة المحلية – لجنة الفيضانات والكوارث الطبيعية وغيرها من الجهات) (بوبيضة وآخرون، 2011). من خلال متابعة الوضع تبين وجود العديد من المشاكل التي تهدد سلامة السدين وهي وجود هبوطات وتشققات بقمة سد بومنصور سببت في تحرك الركام الحجري، كذلك لوحظ نمو أشجار الزيتون والتين بقمة السد الأمر الذي يؤكد وجود زيادة في التشققات بجسم السد. كما ذكر التقرير بعض التوصيات لتقليل الخطر مستقبلا والتي من أهمها، التأكيد على صيانة السدين بأسرع وقت ممكن، كذلك التأكيد على أن دور السدين هو فقط للحماية وليس لتخزين المياه لذا يجب ترك المحابس (البوابات) مفتوحة بشكل كامل. وأكد التقرير أيضا على تنظيف الترسبات الطينية للمحافظة على السعة التخزينية للسدين، وضرورة زيادة عدد الفنيين للمراقبة والقياس وتشديد الحراسة وتنفيذ منظومة إضاءة كاملة للسدين.

تقدير عمق الجريان السطحي لحوض وادي درنة باستخدام نموذج SCS-CN عام 2022م:

بناءً على دراسة سابقة بعنوان تقييم الجريان السطحي لحوض وادي درنة (عاشور، 2008). تمت دراسة الفيضان التصميمي لسدي وادي درنة اعتمادا على سلسلة من البيانات المطرية لمدة 60 عام للمحطات المطرية المؤثرة على حوض وادي درنة والمتمثلة في محطات درنة وعين مارة والقبة والقيقب والأبرق، حيث قدر الفيضان التصميمي لفترات عودة (50-100-1000 عام). كانت نتائج هذه الدراسة مقاربة لما توصلت إليه شركة ستوكي السويسرية مما يدل على أن الأمر في غاية الخطورة . وضعت تقديرات أخرى للجريان السطحي اعتمادا على فيضان 1959م حيث قدر حجم الجريان السطحي في هذا الفيضان بكمية 53 مليون متر مكعب باستخدام نموذج SCS الذي يعتبر أدق من الطرق السابقة لكونه يأخذ في الحسبان زيادة معامل الجريان السطحي مع زيادة كمية تساقط الأمطار، مما يدل على أن الوضع سيكون كارثي على المدينة لو تكرر هذا الفيضان (عاشور، 2022).

منهجية البحث:

اعتمد هذا البحث على المنهج التحليلي الوصفي الذي يستند إلى تقنيتي الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية. تمت معالجة البيانات المستخدمة في الدراسة، والتي تشمل بشكل أساسي بيانات صور مرئيات الأقمار الصناعية، بهدف تحديد المتغيرات المؤثرة في تشكيل الجريان السطحي والحصول على رؤية شاملة حول العلاقة بين المتغيرات المشتركة التي تؤثر في تشكيل الجريان السطحي في حوض وادي درنة باستخدام نموذج الهيئة الأمريكية لحماية الأراضي (SCS-CN).

نموذج جريان الأمطار (SCS-CN):

الهدف الرئيسي لهذه الدراسة هو تقدير حجم الجريان السطحي والمنحنى المائي الناتج عن عاصفة دانيال، وتأثير الفيضان على عدم الأخذ بالتوصيات المتعلقة بصيانة السدين وبناء السد الثالث الذي كان من المفترض أن يخفف الضغط على سد بومنصور. يعد منحنى الجريان السطحي Curve Number (*CN*) عامل رئيسي في تحديد حجم الجريان السطحي في فرضية طريقة حفظ التربة الأمريكية Soil Conservation Service Curve Number (*SCS-CN*)، ويعتمد على استخدام الأرض أو غطاء الأرض (LU/LC) ونوع التربة وحالات رطوبة التربة (AMC) في تقدير الجريان السطحي. يتم تطبيق هذا النموذج بالتكامل مع نظم المعلومات الجغرافية (GIS) في معالجات رقمية داخل برنامج ArcMap. كما تستخدم هذه الطريقة لتوليد هيدروغرافات الوحدة الاصطناعية. ويعتمد على منحنى العاصفة المائي النموذجي (Unit-hydrograph) الذي يحدد العلاقات بين نسب الوقت ونسب التدفق (Sule et al.,2011, Adeyi et al., 2020, Młyński et al., 2020). هذا المنحنى النموذجي مستمد من تحليل العديد من المخططات الهيدروغرافية للوحدات الطبيعية التي تم الحصول عليها من مناطق الصرف المتنوعة من حيث الحجم والمواقع الجغرافية. تعمل الطريقة على تبسيط عملية التقدير لأنها تتطلب فقط تحديد وقت الذروة، وأقصى قيمة لتصريف الفيضان. يتم حساب كل من وقت الذروة، والقيمة العظمى للتصريف لوحدة الهيدروغراف باستخدام المعادلات من (1) إلى (8)، على التوالي:

$$Q_p = \frac{0.208 \times A \times Q_d}{t_p} \quad (1)$$

$$Q_d = \frac{(P - 0.2S)^2}{P + 0.8S} \quad (2)$$

$$S = \frac{25400}{CN} - 254 \quad (3)$$

$$CN = \sum CN_i * \frac{A_i}{A} \quad (4)$$

$$t_p = \frac{D}{2} + t_l \quad (5)$$

$$D = 0.133 t_c \quad (6)$$

$$t_l = 0.6 t_c \quad (7)$$

$$t_c = 0.0195 \left(\frac{L^{0.77}}{{S_o}^{0.385}} \right) \quad (8)$$

حيث أن: Q_p = القيمة العظمى للتصريف (m^3/s) ، Q_d = عمق الجريان السطحي (mm)، P = كمية الأمطار الساقطة (mm)، S = التجمع السطحي بعد بداية الجريان المائي (mm) ، A = مساحة الحوض (m^2) ، P = هطول الأمطار (mm) ، C_N = رقم المنحنى الموزون لمتوسط ظروف الرطوبة السابقة ، t_p = زمن وصول تدفق مياه الفيضان إلى الذروة (hr) ، D= زمن هطول الأمطار (h_r) ، t_l = وقت التأخر (min)، t_c = زمن التركيز (min)، L = طول المجرى الرئيسي للحوض (m) ، S_o = ميل أو انحدار المستجمع المائي (m/m).

مصادر البيانات:

استخدمت الدراسة نماذج الارتفاعات الرقمية DEM المختصر لـ Digital Elevation Modeling بدقة تمييز مكانية بلغت 30 متر، ومنها تم إنتاج شبكة المجاري المائية لحوض التجميع بواسطة برنامج ArcMap حيث تم تحديد حدود الحوض وكذلك نقطة الخروج Outlet التي تتجمع عندها كل الروافد ، وحساب مساحته التي بلغت $570\ km^2$ ، كما هو موضح في الشكل (1).

من دراسة سابقة لمشروع التخريط الزراعي التي قامت به وزارة الزراعة عام 2006م (وزارة الزراعة ليبيا، 2006). تم الحصول على خريطة رقمية للتربة وخريطة نوع

الغطاء الارضي تغطي منطقة الدراسة. تم العمل على تصنيف الترب داخل منطقة الدراسة حسب الرموز الموجودة في الخريطة الرقمية طبقا للنظام الروسي Soviet terminology (Nwer, 2005)، والوصول الى الشكل النهائي لخريطة التربة والموضحة في الشكل (8).

شكل (8) خريطة التربة والغطاء الأرضي لحوض وادي درنة.

لتقدير حجم فيضان عاصفة دانيال بدقة يجب الحصول على بيانات الأمطار للمحطات المطرية المتواجدة ضمن حدود مساحة التجميع لحوض وادي درنة، ولكن بالنظر الى قيم الأمطار التي تم الحصول عليها من المركز الوطني للأرصاد أثناء عاصفة دانيال لم يسجل إلا قياس أربع محطات فقط وهي محطة البيضاء ومحطة الأبرق ومحطة بحوث الصفصاف شحات ومحطة درنة وغياب متابعة القياسات في عديد المحطات مثل محطات القبة والقيقب وعين مارة والفتائح ومرتوبة. كميات الأمطار المسجلة خلال الـ 24 ساعة ابتداءً من الساعة الثامنة صباحاً ليوم الأحد 2023/9/10م وحتي الساعة الثامنة صباحاً ليوم الاثنين 2023/9/11م في المحطات القريبة من منطقة حوض درنة مبينة في الجدول (3).

جدول (3) كميات الأمطار المسجلة خلال الـ 24 ساعة.

اسم المحطة	الكمية (ملم)	اسم المحطة	الكمية (ملم)
درنة الأرصاد	200.0	جامعة عمر المختار البيضاء	414.1
مطار الأبرق	170.0	بحوث الصفصاف شحات	200.0

من خلال النظر إلى القياسات المتحصل عليها وجدنا اختلاف كبير بين محطتي البيضاء والأبرق بالرغم من قرب المسافة بين المحطتين وهي في حدود 20 كم مما يربك ويعطي شك في القراءات المتحصل عليها من المركز الوطني للأرصاد. وفقا للبيانات المتاحة تم تقدير حجم الفيضان أثناء العاصفة المطرية وفق ثلاث سيناروهات لتقدير متوسط الأمطار على مساحة التجميع. بالنظر إلى قراءات الأمطار المسجلة لفيضان 1986م لوحظ تقارب قياسات جميع المحطات المؤثرة على مساحة تجميع الحوض بنسب تفاوت ليست كبيرة عندما قدر متوسط أمطار تلك العاصفة (عاشور، 2022)، وكان مقارب لقياس كمية الأمطار في محطة درنة لذلك تم الاعتماد على قراءة محطة درنة 200 mm في تقدير فيضان عاصفة دانيال في السيناريو الأول كمتوسط للأمطار التي هطلت على كامل مساحة الحوض. السيناريو الثاني تم أخذ متوسط الأمطار بين الثلاث محطات (درنة والأبرق والبيضاء) والذي بلغ 250 ملم لتقدير حجم الفيضان وتصريفه. أما النهج الثالث تمثل في إهمال محطة الأبرق وأخذ متوسط القراءة بين محطتي درنة والبيضاء، على الرغم من أن مساحة التأثير لمحطة البيضاء خارج حدود حوض وادي درنة، ولكن بسبب عدم تحصلنا على بيانات الأمطار المطلوبة توجهنا الى هذه الفرضية. متوسط قراءة الأمطار بين المحطتين 300 mm وهذه القراءة تعدت القيم المحسوبة سابقا من قبل الشركة المصممة وكذلك شركة ستوكي السويسرية.

النتائج والمناقشة:

تم عمل الحسابات لتقدير حجم فيضان عاصفة دانيال في ظل ما حدث من انهيار للسدين بسبب عدم الأخذ بالتحذيرات والتوصيات السابقة، كذلك تحليل النتائج في حالة لو تم الأخذ بالتحذيرات والتوصيات السابقة والتي أشارت إلى بناء سد ثالث في الجزء الأعلى من حوض وادي درنة بالإضافة إلى صيانة السدود وإضافة مفيض لكل سد.

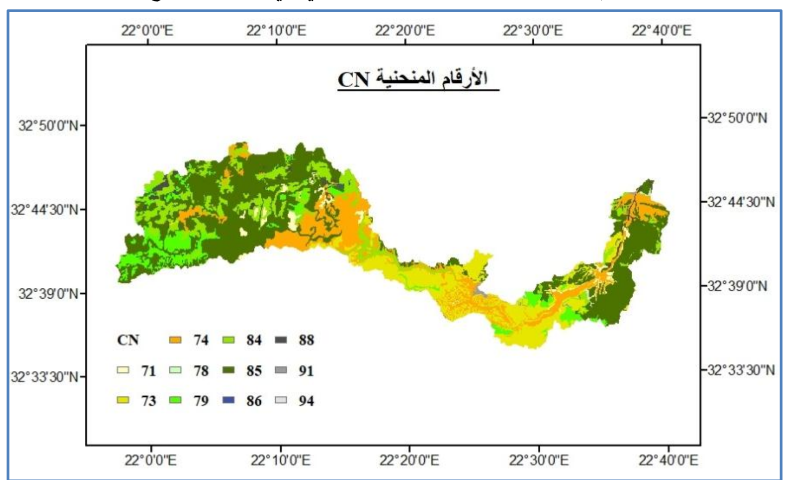
تحليل النتائج في ظل عدم الأخذ بالتحذيرات والتوصيات السابقة:

في هذه الحالة قدر حجم الفيضان والمنحنى المائي للعاصفة في ظل الوضع الراهن قبل حدوث الكارثة من تقصير شديد في أعمال إدارة وتشغيل السدين وإهمال التحذيرات والتوصيات السابقة. تم العمل على تحديد كافة البيانات المتعلقة بخريطة استعمالات الأرض وخريطة التربة للحوض واستخراج رقم منحنى النموذج C_N المستخدم لتقدير حجم الفيضان

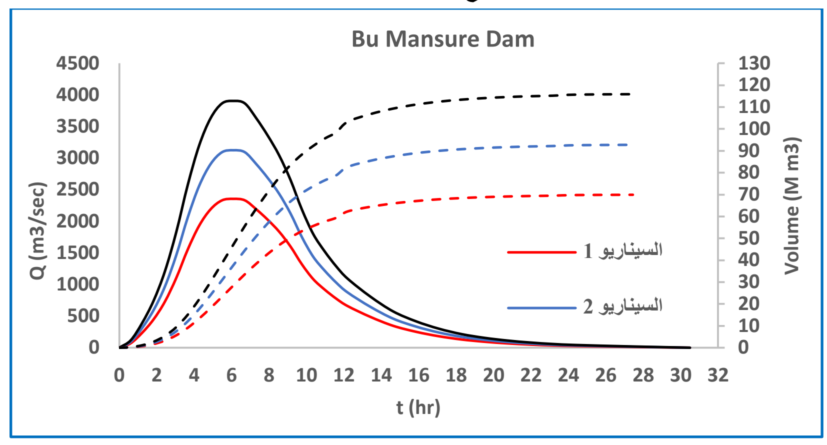
حيث كان متوسط رقم المنحنى للجريان السطحي 81.30= C_N كما هو موضح في الشكل (9).

وفق قياس محطة درنة للأمطار بقيمة 200mm على مساحة التجميع لسد بومنصور $470km^2$، تبين أن عمق الجريان السطحي المتشكل أثناء العاصفة دانيال بلغ مقدار 147mm، فيما وصل حجم الفيضان الكلي 69 مليون متر مكعب. تم العمل على تصور المنحنى المائي للعاصفة لتقدير أقصى كمية تصريف عند زمن الذروة للعاصفة Time of peak (T_P). يبين الشكل (10) أن زمن وصول تدفق مياه الفيضان إلى الذروة بعد 6.1 ساعة من بداية تساقط الأمطار بقيمة تصريف 2356 متر مكعب في الثانية وحجم مياه 28 مليون متر مكعب بعدها بدأت العاصفة في الانحسار الكلي خلال 31 ساعة من بدء زمن هطول أمطار العاصفة، بينما بلغ متوسط التصريف 890 متر مكعب في الثانية. خلال العاصفة المطرية لوحظ أن غزارة الأمطار غطت كامل الحوض في حدود الساعة الثامنة مساءً تقريبا وعند إضافة زمن الذروة لهذا التوقيت نجد أن مع الساعة الثانية صباحا بلغ الفيضان ذروته بحجم 28 مليون متر مكعب بدأ خلاله الفيضان بالعبور أعلى قمة سد بومنصور لينهار السد مع الساعة الثانية والنصف حسب رواية شهود العيان بعدها انتقلت موجة الانهيار لتصل إلى سد البلاد وتؤدي إلى انهياره بالكامل قرابة الساعة الثالثة صباحا حيث سببت هذه الموجة دمار هائل وسط مدينة درنة .

شكل (9) الأرقام المنحنية CN للجريان السطحي في حوض تجميع وادي درنة.



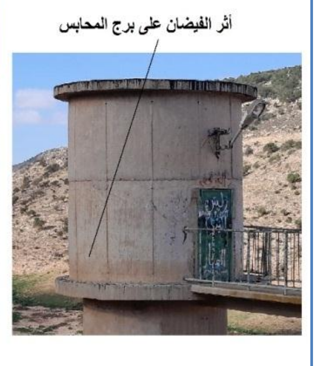
شكل (10) المنحنى المائي (hydrograph) لعاصفة دانيال المطرية
لمساحة تجميع سد بومنصور $470km^2$



بالمقارنة مع نتائج الشركة السويسرية ستوكي عام 2003 يمكن ملاحظة أن فيضان عاصفة دانيال بلغ مقدار الفيضان التصميمي الأقصى للسدود وبما أن السدود أهملت من ناحية الصيانة وعدم الأخذ بتوصيات الشركة ستوكي بزيادة مفيض آخر لكلا السدين فنتيجة انهيار السدين كانت حتمية. بالنظر إلى تصريف المفيض لسد بومنصور والبوابات في حال كانت المحابس مفتوحة خلال العاصفة والمقدر بـ 212 متر مكعب في الثانية، نجد أن قيمة تصريف المفيض أقل من متوسط تصريف الفيضان 890 متر مكعب في الثانية مما يدل على أن كمية فيضان العاصفة أكبر من استيعاب السد لتصريف المياه. يمكن القول أنه خلال زمن ذروة الفيضان 6.1 ساعة قام المفيض بتصريف كمية من المياه تصل الى 4.6 مليون متر مكعب وعند طرح هذه الكمية من 28 وهي الكمية التي تشكلت في هذا الزمن يتبقى 23.4 مليون متر مكعب من مياه الفيضان في بحيرة السد وهي أعلى من الحجم التصميمي للبحيرة مما أدى الى حدوث ما يعرف بـ overflow ، وهو طغيان للمياه أعلى قمة السد والذي يعتبر أحد الأسباب المتعارف عليها هيدروليكياً في انهيار السدود الركامية. أثناء الزيارات الميدانية المتكررة لسد بومنصور لوحظ آثار الفيضان على برج المحابس القريب من قمة السد بارتفاع 35 cm كما هو مبين بالشكل (11) ما يؤكد أن انهيار سد بومنصور حدث بفعل طغيان المياه فوق قمته حيث يعطي مؤشر على أن السيناريو الأول في الحسابات يعبر عن الواقع الذي حدث.

شكل (11) علامة أثر ارتفاع الفيضان على برج محابس البوابات لسد بومنصور.





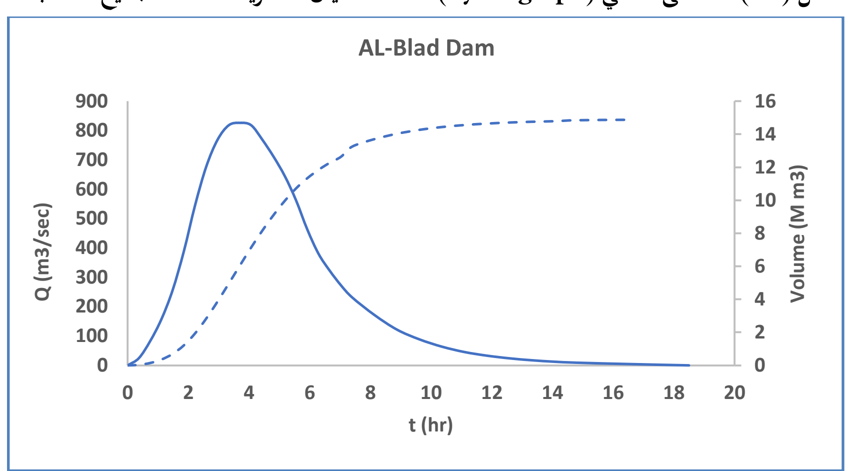
وفقا للحسابات في السيناريو الثاني والذي اعتمد على متوسط الأمطار 250mm، تم تقدير حجم الفيضان الكلي بـ 92 مليون متر مكعب وقيمة الجريان الأقصى عند زمن الذروة بلغ 3125 متر مكعب في الثانية، فيما بلغ متوسط التصريف 1181 متر مكعب في الثانية. في الفرضية الثالثة قدر حجم الفيضان الكلي لمتوسط قراءة الأمطار 300 مم بـ 116 مليون متر مكعب وقيمة الجريان الأقصى عند زمن الذروة بمقدار 3905 متر مكعب في الثانية، فيما بلغ متوسط التصريف 1476 متر مكعب في الثانية. من ملاحظة الأرقام لحجم الفيضان التراكمي وفقا لزمن ذروة العاصفة يمكننا القول أن السيناريو الأول هو الأقرب من حيث حجم الفيضان عند ذروته (t_p) وتوقيت انهيار السدين. فيما يمكن استبعاد السيناريوهين الثاني والثالث لأن حجم الفيضان عند زمن الذروة يصل الى 37 في السيناريو الثاني و 47 مليون متر مكعب في السيناريو الثالث ما يدل على أن حدوث طغيان الماء فوق قمة السد سيكون في وقت مبكر بين الساعة 11 و 12 مساءً وهذا ما لم يحدث على أرض الواقع.

فيما يتعلق بتقدير حجم الفيضان الكلي لمساحة التجميع لسد البلاد تم الاعتماد على الأمطار المسجلة في مدينة درنة لأن مساحة تجميع سد البلاد 100 كيلومتر مربع تقع ضمن مساحة تأثير محطة المدينة المناخية، لذلك تم حساب معدل الأمطار على 200 مم وهي القيمة المسجلة في محطة درنة. تم حساب زمن الذروة للعاصفة المطرية بـ 3.7 ساعة والزمن الكلي لانحسار الفيضان 18.5 ساعة. بنيت هذه الحسابات وفقاً لمساحة تجميع سد

البلاد فقط دون استقبال إي كمية مياه من مساحة تجميع سد بومنصور. تم تقدير حجم الفيضان الكلي بـ 14.5 مليون متر مكعب خلال فترة هطول العاصفة الكلي فيما بلغ التصريف الأقصى خلال زمن الذروة 826 متر مكعب في الثانية، بينما بلغ متوسط التصريف للفيضان 312مترمكعب في الثانية، شكل (12).

حسابات شركة ستوكي للفيضان التصميمي لفترة عودة 1000 عام قدر بـ 10 مليون متر مكعب والقيمة العظمى للتصريف بلغت 463 مليون متر مكعب في الثانية في زمن ذروة 5 ساعات، فيما كان الزمن الكلي للعاصفة 23 ساعة. بالمقارنة مع هذه الدراسة وجد أن التقديرات تعدت الحسابات المقدرة من الشركة بفارق 5 مليون متر مكعب وذلك لأن النموذج المستخدم يأخذ في نظر الاعتبار عوامل التعرية وتغير قيمة معامل الأمطـار وفقا لتزايد كمية التساقط.

شكل (12) المنحنى المائي (hydrograph) لعاصفة دانيال المطرية لمساحة تجميع سد البلاد



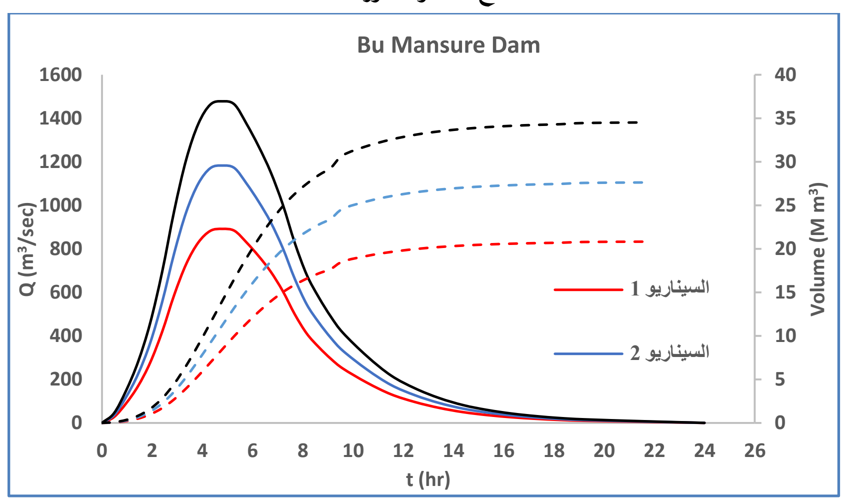
مفيض سد البلاد مع المحابس يصرف كمية من الفيضان قدرها 371مترمكعب في الثانية، وهي أكبر من كمية متوسط فيضان العاصفة دانيال المقدر بـ 312 متر مكعب في الثانية ، وذلك في حال لم يستقبل كميات تصريف من سد بومنصور بالتالي لا يمكن تصور طغيان الماء فوق جسم سد البلاد قبل انهيار سد بومنصور. وفق ما تم الحصول عليه من معلومات ميدانية أن سد البلاد انهار بشكل جزئي من الجهة الشرقية بفعل تسرب كبير للمياه من جسم السد بسبب عدم الصيانة وهو ما يعرف بـ Piping في حدود الساعة 1.30

صباحا وأصبح جزء كبير من السد يقاوم قبل انهياره بشكل كامل بسبب موجة انهيار سد بومنصور والتي أدت إلى تدميره بالكامل في غضون الساعة الثالثة صباحا.

تحليل النتائج في حالة لو تم الأخذ بالتحذيرات والتوصيات السابقة:

يتواجد في سدي وادي درنة أربع بوابات لتصريف المياه من بحيرة السد وضعت على مناسيب مختلفة إضافة الى المفائض المتواجدة في كل سد، بحيث تكمن وظيفة البوابات بالتحكم في منسوب الماء بالبحيرة وتفريغ المياه منها، بينما تكمن وظيفة المفيض بالتخلص من الماء الزائد عن مساحة التخزين وعدم السماح لمياه الفيضان بتجاوز قمة السد. عند إضافة مفيض لكل سد ستزيد كمية المياه التي يتم تصريفها خارج بحيرة السد وتساهم في تقليل الخطر الناتج عن الفيضانات الكبيرة، كما أن إضافة السد الثالث ستسهم في تقليل المساحة التجميعية لسد بومنصور الى 140 كم^2 .لتفصيل مدي أهمية توصية الاستشاري السويسري بصيانة السدود والتعديلات التصميمية المتضمنة زيادة المفائض، بالإضافة الى مقترح السد الثالث بناءً على دراسة الشركة المصممة عام 1965 و 1972م، تم القيام بتقييم الوضع وفق نتائج تقدير حجم فيضان دانيال على ضوء السيناريوهات الثلاثة السابقة.
كمية الأمطار المعتمدة على ضوء أول سيناريو في الحسابات 200 ملم ومن استخدام نموذج SCS يكون عمق الجريان السطحي 147 ملم عليه يكون حجم الفيضان في مساحة تجميع سد بومنصور 140 كم^2 حوالي 20 مليون متر مكعب كما هو مبين في الشكل (13). زمن وصول تدفق مياه الفيضان إلى الذروة يكون 4.8 ساعة من بداية تساقط الأمطار بقيمة تصريف 891.8 متر مكعب في الثانية بعدها تبدأ العاصفة في الانحسار الكلي خلال 24 ساعة من بدء زمن هطول الأمطار، بينما بلغ متوسط التصريف 337 متر مكعب في الثانية. بالنظر إلى تصريف المفيض وفق التصور الجديد وهو 600 متر مكعب في الثانية وهي قيمة أعلى من متوسط تصريف الفيضان 337 متر مكعب في الثانية ما يدل على أن المقترح قادر على تصريف الماء الزائد دون حدوث طغيان للماء فوق جسم السد بمعامل أمان مناسب.

شكل (13) المنحنى المائي (hydrograph) لعاصفة دانيال المطرية لمساحة تجميع سد بومنصور $170km^2$.



كمية متوسط الأمطار في السيناريو الثاني 250ملم، قدر حجم الفيضان الكلي بـ 27 مليون متر مكعب وقيمة الجريان الأقصى عند زمن الذروة 1183 مترمكعب في الثانية، فيما بلغ متوسط التصريف 447 متر مكعب في الثانية. بالنظر إلى تصريف المفيض وفق التصور الجديد وهو 600 متر مكعب في الثانية وهي قيمة أعلى من متوسط تصريف الفيضان 447 متر مكعب في الثانية ما يدل على أن المقترح قادر على تصريف الماء الزائد وفق السيناريو الثاني أيضا دون حدوث طغيان للماء فوق جسم السد. وفق الفرضية الثالثة بمتوسط أمطار 300 ملم بلغ حجم الفيضان 34 مليون متر مكعب وقيمة الجريان الأقصى عند زمن الذروة 1478.3 مترمكعب في الثانية فيما بلغ متوسط التصريف 558.8 متر مكعب في الثانية، وهو أقل من تصريف المياه للسد عبر المفيض والبوابات، يدل ذلك على أن هذا المقترح وفق السيناريو الثالث قادر أيضا على تصريف الماء الزائد دون حدوث طغيان للماء فوق جسم السد.

الخلاصة والتوصيات:

تناولت هذه الدراسة تقدير الفيضان السيلي في حوض وادي درنة بسبب عاصفة دانيال وتقييم الآثار المترتبة نتيجة الإهمال وعدم الأخذ بالتحذيرات والتوصيات السابقة على حجم كارثة مدينة درنة الغير مسبوقة في تاريخ الدولة الليبية. استخدمت تقنيات الاستشعار

عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية من خلال تطبيق نموذج الارقام المنحنية (SCS-CN). خلصت الدراسة الى أن مشروع حماية مدينة درنة من خطر الفيضانات السيلية تم تنفيذه بشكل جزئي غير كامل سواء وفق دراسة شركة الهيدروبروجكت عام 1965م أو دراسة نفس الشركة عام 1972م، حيث نفذ من المشروع سد البلاد وسد بومنصور وأهمل تنفيذ سد سيرة الوشكة في الجزء العلوي من الحوض بالإضافة الى إهمال تنفيذ السدود التعويقية الصغيرة والسدود المتوسطة، ما جعل مساحة التجميع لسد بومنصور كبيرة جدا فوق قدرته الاستيعابية لاستقبال الجريان السطحي للأحداث الهيدرولوجية النادرة. بالنظر إلى كمية المياه لعاصفة دانيال وفق أقل تقدير والتي تجاوزت 69 مليون متر مكعب، فإن انهيار السدود يعتبر أمر حتمي لكون هذه الكمية تجاوزت ثلاث أضعاف الفيضان التصميمي للسد أدت إلى انهيار السدين. عدم الأخذ بالتحذيرات والتوصيات السابقة خاصة ما قامت به شركة ستوكي عام 2003م بوضع مقترحات تمثلت بالصيانة الفورية للسدود وتنفيذ مفائض إضافية لكلا السدين، وتنفيذ سد سيرة الوشكة في الجزء العلوي من الحوض المقترح منذ عام 1972 من الشركة المصممة، والذي يجعل المساحة التجميعية لسد بومنصور 140 كم^2 بدلا من 470كم^2، سبب رئيسي في حدوث الكارثة، بمعنى أنه لو تم تنفيذ هذه الاجراءات لما حدثت هذه الكارثة وفق أسوء تقدير لفيضان دانيال، ناهيك عن عدم الاهتمام بتنفيذ السدود المتوسطة والصغيرة المنتشرة على مساحات شاسعة من الحوض وفقا للدراسات التصميمية والتي تساعد على التحكم بالفيضانات ومنع انجراف التربة.

وفيما يلي عرض لأهم التوصيات التي توصلت إليها الدراسة:

1. النظر في جميع السدود المنتشرة في ربوع ليبيا من إعادة تقييم التصميم فيما اذا كانت سدود تجميع أو سدود حماية ومدى تحمل هذه السدود للأحداث الهيدرولوجية النادرة وتقييم مخاطر انهيارها على التجمعات السكانية ووضع الحلول العاجلة لتلافي حدوث الكوارث في المستقبل.
2. الاهتمام بجانب التشغيل والصيانة والرفع من كفاءة العاملين في مجال إدارة ومتابعة السدود.
3. تنظيف الترسبات الطينية في بحيرات السدود لأنها تشكل حمل زائد على السدود وتقلل من مساحتها التخزينية.

4. الاهتمام بالغطاء النباتي الطبيعي لان وجود الغابات تقلل من انجراف التربة ومعامل الجريان السطحي.
5. بناء قاعدة بيانات متكاملة تكون متاحة للجامعات ومراكز البحوث حتى تخضع دائما للتطوير.
6. بناء نظام كامل للإنذار المبكر تشرف علية إدارة السدود في الهيأة العامة للمياه.
7. الاهتمام بالجانب المتعلق بقياس البيانات المناخية وزيادة عددها وبناء محطات لقياس الجريان السطحي في الاحواض المائية والاشراف عليها من قبل إدارة السدود.
8. إنشاء مركز علمي متطور يختص بالكوارث الطبيعية التي تهدد حياة وسلامة الناس يشرف على توجيه وعمل لجان الطوارئ أثناء التنبؤ بالفيضانات السيلية الخطيرة.

المصادر والمراجع:

- Qiu, J., Zhao, W., Brocca, L., & Tarolli, P. (2023). Storm Daniel revealed the fragility of the Mediterranean region. The Innovation Geoscience, 1(3), 100036.
- Al-Jazeera Arabic: Hurricane Daniel- aljazeera.net. https://www.aljazeera.net/encyclopedia/2023/9/15
- Samuels, P. (2023). Flood risks from failure of infrastructure. Journal of Flood Risk Management, 16(4), e12960.
- عاشور، عبدالونيس، (2022)، تقدير عمق الجريان السطحي لحوض وادي درنة بالتكامل بين تقنيات نظم المعلومات الجغرافية و نموذج SCS-CN ، مجلة سبها للعلوم البحتة والتطبيقية، المجلد 22 العدد الثاني.
- بن طاهر، لبنى سليمان، (2022)، تقدير حجم السيول بحوض وادي القطارة جنوب شرق مدينة بنغازي – ليبيا بالتكامل بين نموذج الهيئة الامريكية لحماية الاراض (SCS) وتقنيات نظم معلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد. مجلة سبها للعلوم البحتة والتطبيقية، المجلد 21 العدد الأول.
- الضراط، علاء جابر، (2020)، التقييم الكمي للجريان السطحي في وادي الكراث طبرق شمال شرق ليبيا: دراسة هيدرومورفومترية، مجلة جامعة صبراتة العلمية، المجلد الرابع، العدد الثاني.
- الغرياني، مباركة سعد، (2015)، توظيف تقنية نظم المعلومات الجغرافية لتقدير الجريان السطحي لوادي كعام بطريقة SCS-CN الأمريكية لحفظ التربة.، المؤتمر الدولي الأول للتقنيات الجيومكانية، طرابلس، ليبيا.
- الرياني، عبدالرحمن أحمد و المدني، عبدالحكيم مسعود و خماج، أحمد أبراهيم، (2019)، تقدير الجريان السطحي لبعض أحواض الأودية في شمال غرب ليبيا. المجلة الليبية للعلوم الزراعية، المجلد 24 ، العدد 1.
- Ashmawy , M., Abd El-Wah, M., Kamh, S., Abdal Azim, F. 2014. Drainage Morphometry and Its Influence on Runoff of El - Kouf Watershed, Ne, Libya – a Remote Sensing and Gis Approach, 2nd Scientific Conf. for Environment and Sustainable Development in Arid and Semi-Arid Regions, Ajdabiya, Libya, 14-16 Jan.

- Hamad, S. 2020. Surface runoff estimation of Wadi Ba Al-Arid watershed NE Libya using SCS-CN, GIS and RS data, Iranian Journal of Earth Sciences, 12(3), 168-175.

– بوبيضة، عبدالجواد أبوبكر، 2011. تقرير حول الأخطار المحتملة لفيضانات وادي درنه وسبل تفاديها. الجمعية الليبية للتخطيط والتنمية المستدامة، نشر بموقع:
https://lapsd.wordpress.com/.

- Hidroprojekat, 1965. Wadi Derna Projekt, Water Development Study on the Wadi Derna Basin, Hydro-Engineering project I, Report.
- Hidroprojekat, 1965. Wadi Derna Projekt, Water Development Study on the Wadi Derna Basin, Hydro-Engineering project II, Appendices.
- Hidroprojekat, 1972. Wadi Derna Projekt, Flood Protection of Derna Town, Volume 1.1, Hydrology and Alluvium of Derna Confluence, Final Design.
- Hidrotehnika-Hidroenergetika, 2016. Wadi Derna 1973-1977 [WWW Document]. URL https://archive.md/oKKSC
- STOCKY, 2003. Determination of the 1'000- year flood of Derna and Bu Mansur Reservoirs. Hydrology Report. STUCKY Swiss Engineering.

– بوبيضة، عبدالجواد أبوبكر، الحمري، عبدالحفيظ عبدالكريم، غفير، مصدق علي، (2011)، تقرير فني بشأن فيضان وادي درنة بتاريخ 2011/09/29م، تقرير غير منشور.

– عاشور، عبدالونيس عبدالعزيز، تقييم الجريان السطحي في حوض وادي درنة، رسالة ماجستير، (غير منشورة)، كلية الهندسة، جامعة طرابلس، 2008م.

– وزارة الزراعة ليبيا طرابلس. 2006. مشروع التخريط الزراعي. طرابلس، ليبيا.

- Nwer, B. A. B. 2005. The Application of Land Evaluation Technique in the north-east of Libya," Natl. Soil Resour. Inst. , Fac. Environ., vol. PhD Thesis, p. 340, 2005.
- Sule, B. F., Salami, A. W., Bilewu, S. O., Adeleke, O. O., & Ajimotokan, H. A. (2011). Hydrology of River Oyun and Hydropower Potential of Unilorin Dam, Ilorin, Kwara State.
- Adeyi, G. O., Adigun, A. I., Onyeocha, N. C., & Okeke, O. (2020). Unit hydrograph: concepts, estimation methods and applications in hydrological sciences. Int. J. Eng. Sci. Comput, 10, 26211-26217.
- Młyński, D., Wałęga, A., Książek, L., Florek, J., & Petroselli, A. (2020). Possibility of using selected rainfall-runoff models for determining the design hydrograph in mountainous catchments: a case study in Poland. Water, 12(5), 1450.

محاكاة هيدروليكية لانهيار سد وادي درنة

د. عبدالوهاب محمد عوض بوبطينة

استاذ مساعد بقسم الهندسة المدنية/ كلية الهندسة/ جامعة اجدابيا

Bubtaina@yahoo.com

الملخص:

يهدف هذا البحث الى تحليل أسباب انهيار سد وادي درنة الذي وقع يوم الاثنين الموافق 11 سبتمبر 2023 وتفسير اسباب حجم الكارثة. اعتمد هذا البحث على البيانات المتاحة من الدراسات السابقة المتعلقة بسدود وادي درنة. والتي بناءً عليها تم تحليلها واستعمالها في إنشاء نماذج محاكاة هيدروليكية لتحديد العوامل المساهمة في الانهيار وتفسيره، وهل كانت هناك أي اجراءات كان يجب اتخاذها لتجنب هذه الكارثة؟. من أهم نتائج المحاكاة الهيدروليكية أن كمية هطول الاعصار كانت تزيد عن 4 اضعاف كمية الهطول التي تسبب فيضان الوادي مما نتج عنه حجم جريان يزيد عن اكثر من 8 اضعاف حجم خزان السد. أما الاسباب وراء حجم الكارثة من حيث عدد الضحايا والخسائر المادية، فقد اهتم البحث ومن خلال الزيارات الميدانية والمشاهدة العينية على خمسة عناصر رئيسية يمكن ان تسبب هذه الخسائر، وهي سرعة الجريان وزمن وصوله لوسط المدينة والذي لم يترك فرصة لنجاة من جاء امامه، وارتفاع الموجة التي اغرقت هذه المباني بمن فيها، وقوة الصدمة التي اقتلعت العمارات والطرق والجسور من اساسها وألقت بها في البحر، وكمية الترسبات التي غطت ثلث المدينة تقريبا. وهذه العناصر هي ما تم انشاء نماذج محاكاة هيدروليكية لحسابها، فأظهرت النتائج ان سرعة الجريان التي انطلقت من اعلى قمة الحوض التي تبلغ 800م تقريبا فوق سطح البحر، قد بلغت 450 كم/الساعة تقريباً، اما ارتفاع الموجة بعد انهيار السد فقد وصلت الى 25 متر، والتي تم تقدير وصولها الى وسط المدينة في غضون 8 دقائق، كما تم تقدير قوة الصدمة الناتجة عن هذا الجريان بحوالي 1190.2طن، وكمية الترسبات المصاحبة للجريان تم تقديرها بحوالي 28,641,600 طن من الطين والطمي، كل هذا يفسر النتيجة الكارثية الناجمة. وبالتالي فإن نتائج هذا البحث تخلص الى أنه ليس اهمال تنفيذ صيانة السدود وعدم متابعة حالتها بشكل كافٍ وعدم اتخاذ التدابير اللازمة لتقوية هياكلها وتحسين نظام الصرف هي التي كانت وراء انهيارها، او ان هناك أخطاء كانت في تصميمها وتنفيذها، مما أثر على قدرتها على تحمل الضغوط الناتجة عن تدفق المياه ومن ثم حدث الانهيار، بل الواقع أن هذه السدود ما كانت لتصمد امام ذلك الاعصار المحمل بكمية من الامطار الغير مسبوقة حتى وإن كانت هذه السدود في أحسن أحوالها الانشائية الذي كان ربما يؤخر فقط الانهيار المحتوم لساعات إضافية محدودة ولا يمكن منعه.

الكلمات المفتاحية: درنة، اعصار دانيال، الانهيار الهيدرولكي.

HYDRAULIC SIMULATION FOR COLLAPSE OF DERNA WADI DAMS

Abdelwahab M Bubteina
Civil Eng. Dept. University of Ajdabya
Bubtaina@yahoo.com

Abstract

This research aims to analyze the causes of the collapse of the Wadi Derna Dam that occurred on Monday, September 11, 2023. This research is based on the data available from previous studies related to the Wadi Derna dams. Based on this, these data were analyzed and used to create hydraulic simulation models to identify the factors contributing to the collapse and explain it, and if were there any measures that should have been taken to avoid this disaster? One of the most important results of the hydraulic simulation is that the amount of rainfall of the hurricane was more than 4 times the amount of rainfall that might cause the valley flooding, which resulted in a flow volume exceeding more than 8 times the volume of the dam reservoir. As for the reasons behind the scale of the disaster in terms of the number of victims and material losses, the research focused, through field visits and eyewitness observation, on five main elements that could have caused these losses: the speed of the flow and the time it took to reach the city center, which left no chance for those who came in front of it to escape; the height of the wave that drowned these buildings and those inside them; the force of the shock that uprooted buildings, roads, and bridges from their foundations and threw them into the sea; and the amount of sediment that covered approximately a third of the city. These elements are what hydraulic simulation models were created to calculate. The results showed that the flow speed that started from the top of the basin, which is approximately 800 m above sea level, reached approximately 450 km/h. The wave height after the collapse of the dam reached 25 meters, which was estimated to reach the city center within 8 minutes. The shock force resulting from this flow was estimated at approximately 1190.2 tons, and the amount of sediment accompanying the flow was estimated at approximately 28,641,600 tons of mud and silt. All of this explains the disastrous result. Therefore, the results of this research conclude that it was not the neglect of implementing dam maintenance, not following up on their condition adequately, and not taking the necessary measures to strengthen their structures and improve the drainage system that were behind their collapse, or that there were errors in their design and implementation, which affected their ability to withstand the pressures resulting from the flow of water and then the collapse occurred. Rather, the reality is that these dams would not have withstood that hurricane carrying an unprecedented amount of rain, even if these dams were in their best structural condition, which might have only delayed the inevitable collapse for a limited number of additional hours and could not have been prevented.

Keywords: Derna, Denial hurricanes, hydraulic collapse.




المقدمة:

عبر التاريخ، حدثت العديد من حوادث انهيار السدود في مختلف أنحاء العالم وتسببت في خسائر بشرية كبيرة، ولعل اكبرها على الاطلاق انهيار سد بنكياو (Banqiao) في الصين عام 1975 والذي أدى إلى وفاة حوالي 260,000 شخص، وبالتالي يعتبر انهيار سدود وادي درنة هو ثاني اكبر كارثة بشرية ناجمة عن انهيار السدود، حيث سجلت الاحصائيات (الغير رسمية) اكثر من 50000 شهيد. اعصار دانيال الذي كان سبباً لانهيار سدود درنة هو ظاهرة نادرة ذات خصائص شبه استوائية يتشكل من موجة مدارية قبالة السواحل متحركًا باتجاه الغرب مع حمل حراري قليل بسرعة رياح تصل ذروتها إلى 240 km/hr (aljazeera.net, 2023) . ودانيال كان من أكثر الأعاصير في البحر الأبيض المتوسط فتكاً وتكلفة في التاريخ المسجل. وكان أيضاً الحدث المناخي الأكثر دماراً في عام 2023 حتى الآن. بدأ دانيال كمنخفض استوائيا فرعيا ثم تحول إلى عاصفة استوائية فرعية، حيث سُجلت سرعة الرياح 83 كيلومترًا في الساعة والتي ضربت ليبيا في 10 سبتمبر2023. هبت العاصفة أولاً على مدينة بنغازي، واتجهت شرقاً حتى درنة. حيث هطلت امطار غزيرة بلغت 414 مم في مدينة البيضاء وهو ما يعادل ما يهطل في سنة كاملة حسب هيئة الأرصاد الليبية. اما الاثر الاكبر لهذا الاعصار فقد كان على مدينة درنة حيث ادت الفيضانات إلى انهيار السدين المنشأين على وادي درنة مخلفة خسائر مادية وبشرية كبيرة جدا.

هدف البحث:

تهدف هذه الورقة على وجه التحديد الى تحليل الأحداث والتأثيرات الناجمة عن فيضان وادي درنة وما صاحبه من انهيار سديها والتي وقعت يوم 11 سبتمبر 2023، وذلك للوصول إلى:

- كيف حدثت الكارثة؟
- ولماذا ادت الى هذه الخسائر البشرية والمادية الغير مسبوقة؟
- وهل كان يمكن تجنبها؟.

مسألة البحث:

باعتبار أن الفيضان أو انهيار السدود ماهي إلا نتائج الكارثة، وللخروج من الاجابات

الوصفية التي تشرح نتائج الكارثة الى اجابات رقمية تحليلية هندسية تشرح اسباب الكارثة، وضعت الورقة جملة من الاسئلة اسست على النقاط الثلاث الرئيسية التي تمثل أهداف الدراسة، كما يلي:

1. ماهي قيمة الجريان Runoff التي تسببت في الفيضان Flood؟
2. كيف وصل منسوب المياه الادوار العليا من العمارات (ارتفاع الموجة Wave Height)؟.
3. كيف اقتلع الجريان او الفيضان المباني والطرق والجسور والمنشآت ودمرها تدميرا (قوة الصدمة Impact Force)؟
4. ما كمية الترسبات Sedimentation التي حملها الفيضان والتي غطت جزءًا كبيرًا من المدينة التي لم يكن لبنيتها التحتية القدرة على التعامل معها بشكل فعال والتي كان لها تأثير كبير على الخسائر المادية؟
5. كمية الامطار التي تسبب فيضان وادي درنة
6. كم كانت سرعة المياه المنحدرة من ارتفاع 800م؟

كل ذلك وفق معطيات حوض وادي درنة الهيدرولوجية والمورفومترية والتصميم الهيدروليكي للسدود (خاصة سد بومنصور). أعتمد البحث على المعلومات والبيانات المتاحة من الدراسات السابقة والتقارير المتعلقة بسدود وادي درنة بشكل خاص. تم تحليل هذه المعلومات واستخدامها في إنشاء نماذج محاكاة هيدروليكية لفهم وتحديد العوامل والأسباب التي ساهمت في انهيار السدود وتفسيرها. المحاكاة الهيدروليكية تم تنفيذها باستخدام شفرات Codes البرمجة بلغة Python تشمل المعادلات الاساسية التقريبية (لعدم توفر البيانات التفصيلية لعدد من العناصر الهيدرولوجية) لتسهيل تفعيل مجموعة متنوعة من السيناريوهات واختبار اكبر عدد من الفرضيات.

منطقة الدراسة:

تقع منطقة حوض وادي درنة في الجزء الشرقي من الجبل الأخضر بين دائرتي عرض 48َ 32ْ و 34َ 32ْ شمالا وخطي طول 59َ 21ْ و 38َ 22ْ شرقا ويحده من الغرب مدينتي لبرق والفائديه، ويرتفع أقصى منسوب لوادي درنة حوالي 765 متر فوق مستوى سطح البحر من جهة الغرب ثم ينحدر في اتجاه الشرق ثم يتجه شمالا إلى مصبه النهائي

بالبحر مارا بوسط مدينة درنة ، كما توجد بعض المراكز العمرانية داخل المساحة السطحية للحوض متمثلة في القبة والقيقب والملودة ويبلغ طول الحوض حوالي 70 كم تقريبا وتبلغ مساحته 575 كم^2 تقريبا ويبلغ متوسط العرض للحوض 8 كم ومحيطه 238 كم ومساحة حوض التخزين $23Mm^3$ (الجميلي، 2008). انشأ في هذا الوادي سدي درنة المعروفان بسد بومنصور وسد البلاد سنة 1972 عن طريق شركة يوغسلافيا (في ذلك الوقت) تدعى Hydroprojecta، حيث مكثا هذان السدين حوالي 51 عاما في الخدمة قبل انهيارهما. سد البلاد، وهو سد ركامي يقع جنوب المدينة بمسافة 2 km . ارتفاع هذا السد 40 m وطوله 100 m، ميله الامامي 1.4:1 وميله الخلفي 1.5:1 وتبلغ سعته التخزينية 1.2 Mm3. وسد بومنصور، وهو سد ركامي ايضا يقع على مسافة 13 km جنوب المدينة، بلغت سعته التخزينية $23Mm^3$ تقريبا، وهو يرتكز على طبقات من الحجر الجيري. طول السد 380m وارتفاعه 75m، وعرض القاعدة 155m وعرض قمته 7m، و ميله الامامي 1.4:1 وميله الخلفي 1.5:1.

بيانات الدراسة:

اعتمدت الدراسة على نموذج حساب الجريان السطحي الذي قدمه (عاشور، 2022) في دراسته "تقدير عمق الجريان السطحي لحوض وادي درنة بالتكامل مع تقنيات نظم المعلومات الجغرافية ونموذج SCS-CN. هذه الطريقة التي استعملها الباحث والمعروفة بطريقة حفظ وصيانة التربة الامريكية Conservation Service Method, (SCS)، خاصة لتقدير الجريان السطحي الناتج عن العواصف المطرية المؤثرة على الأحواض غير المجهزة بمحطات قياس، حيث تتعامل هذه الطريقة مع العديد من المتغيرات والتي تتضمن كل من استعمالات الأرض ونوعية التربة والغطاء النباتي والأمطار. يعبر عمق الجريان السطحي عن ناتج تفاعل الموجة المطرية مع نوع الغطاء وخصائصه الهيدرولوجية، وهذه الطريقة (SCS) تلخص هذا التفاعل في ارقام منحنيات CN تربط عمق الجريان وطبيعة الغطاء.بالإضافة الى الطرق المعتمدة على تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية GIS كوسيلة لدراسة الخصائص المورفومترية والهيدرولوجية (عاشور، 2022). وطريقة SCS عامة تستخدم للأحواض الغير مجهزة بمحطات قياس كجميع احواض المطر في ليبيا. وتعتبر الآن دراسة عبدالونيس من أهم الدراسات التي اجريت

لتقدير الجريان السطحي لحوض وادي درنة حيث اشار الباحث الى خطورة الوضع والإنذار بكارثة التي حدثت فعلاً. ومن دراسته التطبيقية لطريقة SCS استعملنا في هذه الدراسة بيانات عبدالونيس من حيث:

- غطاء الارض فإن قيمة CN_W بلغت في منطقة الدراسة 85 لتمثل 55% من مساحة الحوض (318.4 كم^2) ثم القيمة 74 التي تمثل 22.5% من مساحة الحوض (128.22 كم^2). وللعلم فإن رقم منحنى الجريان CN_W في طريقة SCS هو اساس تقدير الجريان السطحي، ويعتمد رقم المنحنى بدوره على استخدام الارض LU (Land use) او غطاء الارض LC (Land Cover) ونوع التربة وحالات رطوبة التربة (Average Moisture Content) AMC (الجافة والمتوسطة والرطبة) المشار اليها.
- عمق الهطول الذي يحدث جريان سطحي حسب حالة رطوبة التربة المسبقة، وجد ان في حالة التربة الجافة يجب ان تكون قيمة الهطول P لا تقل عن 27.92 mm حتى يحدث جريان سطحي، وفي الحالة الاعتيادية لرطوبة التربة فإن الجريان السطحي يحدث اذا كانت قيمة P لا تقل عن 11.72 mm، اما في الحالة الرطبة فإن الجريان السطحي يحدث عندما P لا تقل عن 5.1 mm.
- عمق الجريان السطحي السنوي، وعمق الجريان الناتج من العاصفتين المطريتين لفيضان عام 1959 و 1986، بلغت قيمة رقم المنحنيات CN_W للحوض 81.3 وهذا يعني ان سطح الحوض منخفض النفاذية وينتج جريان سطحي لقيم امطار تبدأ من 11.72 mm.
- حجم الجريان السطحي لفيضان 1986 وفق نموذج عبد الونيس بلغ 14.8 Mm^3 وهي قيمة مقاربة جدا من قيمة الهيئة العامة للمياه (13 Mm^3) مما يدل على دقة نموذج SCS الذي استعمله عبدالونيس. بينما في العاصفة المطرية (1959) فقد قدرها عبدالونيس 53.36 Mm^3 كجريان سطحي.
- ان اغلب تربة الحوض تقع ضمن المجموعة الهيدرولوجية D بنسبة 70%. وهي تربة سيئة الصرف، مسؤولة عن نشؤ الجريان السطحي ومن ثم الفيضانات اضافة الى التعرية المستمرة. بينما 30% تقريبا من تربة حوض المطر هي من النوع C. وهي طبقة طينية محدودة العمق أو طبقة صخرية مغطاة بطبقة من التربة ذات معدل ترشيح دون المتوسط مما ينتج عنها جريان فوق المتوســط. وبالتالي فإن تربة الحوض في الاجمال هي تربة سيئة الصـرف، لهذا فإن

احتمالية الفيضانات في وادي درنة عالية جدا.

- أن التربة الحديدية الحمراء هي التربة السائدة في الحوض، وهي تربة طينية تحتوي على كربونات الكالسيوم واكاسيد الحديد تغطي الجزء الاكبر من منطقة الوادي ، وهي تربة قدرتها على الاحتفاظ بالماء عالية، حيث تبلغ معدل الترشح Filtration (0.96 m/ day) (Elosta & Masoud, 2015).
- فيما يخص الدراسات التطبيقية على منطقة الدراسة التي استخدمت النماذج الرياضية، فقد عمل الاسطى ومسعود (Elosta & Masoud, 2015) على دراسة عدة أودية محيطة بمدينة درنة من ضمنها حوض وادي درنة بواسطة نموذج حيث قام الباحثان بدراسة العلاقة بين تساقط الأمطار والجريان السطحي وتأثيره على مدينة درنة .عملوا على تصنيف أحواض الدراسة حسب خطورة الفيضانات الى ثلاث تصنيفات وضعت حوض وادي درنة في المنطقة متوسطة الخطورة، ولا يبدو هذا التصنيف دقيقا نظرا لما يمثله الحوض من أهمية كبيرة من حيث لمساحة وكمية الجريان السطحي المتكرر سنويا بالإضافة الى الأحداث التاريخية المتعلقة بالفيضانات والتي تسببت في خسائر مادية وبشرية (عاشور، 2022).
- متوسط حجم الجريان السطحي السنوي من حوض وادي درنة 138.5 Mm^3 وفق متوسط كمية الهطول للـ40 سنة المسجلة (1960-2000).

اما دراسة (الجميلي، 2008) المورفومترية فقد حملت تناقضات ما كانت لتبرز لولا حدوث الكارثة، اهمها:

- ان شكل الوادي اقرب للمستطيل ونسبة تضرس عالية بلغت 12.6 / كم يقلل من خطر الفيضانات على المدينة. فالشكل المستطيل في الاحواض المائية يؤخر وصول موجات الفيضانات عكس الشكل الدائري الذي يجعل موجات الفيضانات تصل سريعا وفي وقت متقارب مسببا خطرا دائما على المنشآت المائية من سدود وعبارات وجسور. حيث اكد الجميلي ان شكل حوض وادي درنة يقلل من خطر الفيضانات على المدينة.
- ثم يذكر الباحث في دراسته ان وادي درنة يتكون من تكوين درنة و الابرق التي تجعل من الوادي ذات نسيج تضاريسي خشن وكثافة عددية منخفضة من الوديان بلغت 0.11 وادي/كم^2 نسبة تماسك المساحة 0.31 ونسبة تعرج 1.38، وهذه البيانات المورفومترية لها دلالات هيدرولوجية منها ان الوادي في مرحلة النضج المبكر ذات نسيج تضاريسي خشن

متباين بالإضافة إلى التواء الوادي وتحدبه. كثافة الصرف منخفضة جدا يدل على ان تضاريس الوادي ذات نسيج خشن لقلة الامطار والتكوينات الجيولوجية الصلبة ووجود الصدوع والفواصل كل هذا يجعل امكانية حدوث الفيضانات قليلة جدا وتبطئ من سرعة وصول الموجات المائية. ومما يؤكد هذه النظرية حسب (الجميلي، 2008) قيمة النسيج الحوضي لوادي درنة التي تبلغ 0.44 وهي قيمة منخفضة تؤكد خشونة تضاريسه.

- سبة التضرس (فرق المنسوب بين بداية ونهاية المجرى) 12.9 m/ Km تدل على تباين تضاريس عالي يفسر سرعة جريان المياه ونشاط عمليات الحت المائي، ويتدل من هذه النسبة كميات الرواسب المنقولة.
- الرياح السائدة في منطقة الوادي شمالية غربية يتكرر هبوبها على مدار العام وهي التي تصاحبها سقوط امطار خاصة على المناطق الساحلية او الغربية منها دون ان تتقدم لبقية المناطق بسبب حافة الجبل الاخضر، بينما الرياح الشمالية الشرقية لا تتكرر إلا في فصل الصيف، كما تتكرر الرياح الغربية والجنوبية الغربية في فصل الشتاء.

طريقة البحث:

تعتمد الدراسة على بيانات نموذج عبدالونيس في تحقيق اهداف الورقة وهي:

- كيف حدثت الكارثة؟
- ولماذا ادت الى هذه الخسائر البشرية والمادية الغير مسبوقة؟
- وهل كان يمكن تجنبها؟.

ولتجنب الاجابات الوصفية او التي تشرح فقط او التي تبدأ او تنطلق من النتائج، وضعت الورقة جملة من الاسئلة اسست على النقاط الثلاث الرئيسية للخروج من الاجابات الوصفية التي تشرح نتائج الكارثة الى اجابات رقمية تحليلية هندسية تشرح اسباب الكارثة. أعتمد البحث على المعلومات والبيانات المتاحة من الدراسات السابقة والتقارير المتعلقة بسدود وادي درنة بشكل خاص. تم تحليل هذه المعلومات واستخدامها في إنشاء نماذج محاكاة هيدروليكية لفهم وتحديد العوامل والأسباب التي ساهمت في انهيار السدود وتفسيرها. المحاكاة الهيدروليكية تم تنفيذها باستخدام شفرات Codes البرمجة بلغة Python لتسهيل تفعيل مجموعة متنوعة من السيناريوهات واختبار اكبر عدد من الفرضيات وباستخدام المعادلات التجريبية التقريبية Empirical formulae . Python هي





لغة برمجة عالية المستوى وسهلة التعلم و الاستخدام، تتميز ببساطتها وقوتها في البرمجة وتوفر العديد من المكتبات والأدوات التي تسهل عملية التطوير، يمكن استخدام Python لإنشاء نماذج محاكاة للأنظمة والعمليات الهيدروليكية و في تصميم وتحليل لسدود والمضخات والصمامات وغيرها من المكونات الهيدروليكية. تستخدم Python في المحاكاة الهيدروليكية بواسطة استخدام المكتبات الخاصة بها مثل NumPy وSciPy وMatplotlib وغيرها. تسهل هذه المكتبات العمل مع البيانات والحسابات العلمية وإنشاء الرسومات والتحليلات. (Kalkan & Sehitoglu, 2022)

قيمة الجريان التي ادت الى الفيضان:

تم حساب كمية الجريان السطحي V الناتج عن عاصفة دانيال من المعادلة (1) التالية وفق نموذج عبدالونيس المتبع طريقة SCS وذلك بعد تحديده عمق الجريان Q (المعادلة 2) ورقم المنحنى CN_W الذي يعتمد بدوره على الغطاء LC واستعمالات التربة LU والمشار اليها سابقا وقيمة الامطار السابقة P على كامل مساحة الحوض A والتي منها اوجد قيمة التجمع السطحي بعد الجريان S (المعادلة 3).

$$V = \frac{Q \times A}{1000} \quad (1)$$

$$Q = \frac{(P-0.2S)^2}{P+0.8S} \quad (2)$$

$$S = \frac{25400}{CN_W} - 254 \quad (3)$$

والتي قاس بها جريان عاصفتان معرفتان هما عاصفة 1959 و 1986 وبمقارنتها مع تسجيلات هذه العواصف تبين صلاحية رقم المنحنيات CN_W التي تحصل عليها. اضفنا الى ذلك مقارنة كميات الجريان السطحي التي نشرها (Elosta & Masoud, 2015) والتي اثبتت ايضاً صلاحية نموذج عبدالونيس. وعلى هذا الاساس تم حساب الجريان السطحي الناتج عن كارثة دانيال وذلك باستبدال فقط قيمة الهطول الى P = 400 mm وبقيمة S =58 mm ونفس مساحة الحوض $576,000,000\ m^2$ A.

1– ارتفاع وسرعة موجة الفيضان:

نتج عن الجريان فيضان أدى الى انهيار سد ابومنصور وسد البلاد، نتج أثر هذه الانهيارات موجة من المياه عالية لدرجة انها وصلت الى الادوار العليا من العمارات وذلك حسب شهود العيان. لمحاكاة حساب ارتفاع الموجة يتطلب مجموعة من البيانات منها سرعة انهيار السد vo وارتفاع الانهيار الاولي ho وارتفاع المياه في السد قبل الانهيار والتي اعتبرناها بارتفاع كامل السد (75 m). وحيث ان سرعة انهيار السد vo وارتفاع الانهيار الاولي ho كان من الصعوبة بمكان حسابها، إلا ان وباستخدام المعادلات الاساسية لحساب سرعة الموجة وارتفاعها و بمعلومة زمن وصول الموجة الى وسط المدينة تم اختبار عدد من الفرضيات لسرعة الانهيار وارتفاع الانهيار باستخدام لغة Python.

$$V = \sqrt{2g(h - h_0} \quad (4)$$

$$h = \frac{vo^2}{2g} \quad (5)$$

حيث تمثل g عجلة الجاذبية و vo سرعة الانهيار الاولية (m/s) و h_o ارتفاع الانهيار الاولي (m) و h ارتفاع المياه في السد قبل الانهيار (m).

2– قوة الصدمة: impact force

لحساب قوة صدمة الموجة، استخدمت معادلة قوة الماء المتحرك (قوة الصدمة) المعروفة باسم "قانون التأثير"، والتي تعتمد على كتلة وسرعة الماء المتحركة، وإن استبدلت الكتلة بكثافة المياه وحجم الكتلة. الكود المستخدم مثال بسيط لحساب قوة صدمة الموجة ويعتمد على افتراضات بسيطة، حيث لم يؤخذ بالاعتبار العديد من العوامل المعقدة مثل تكوين التضاريس، وخصائص المواد، والتأثير الديناميكي للماء وغيرها. وإن كان الكود المستخدم يوفر قيمة تقديرية لقوة الصدمة.

$$I = 0.5 \times \rho \times (V)^2 \times A \quad (6)$$

حيث ρ كثافة الماء وV سرعة التدفق و A مساحة مقطع الجسم المصدوم.

3- كمية الترسبات Sedimentation

كمية الترسبات التي يحملها الفيضان يعتمد على عدة عوامل مثل سرعة التدفق، مدة الفيضان، نوع التربة، وخصائص الماء المتدفق. هناك العديد من النماذج والمعادلات المستخدمة في الهندسة المائية لتقدير كمية الترسبات. واحدة من هذه المعادلات الشائعة هي معادلة كينج:

$$Q_{S}=\frac{K\times V\times C}{(1+DL)} \qquad (7)$$

حيث:

Qs هو كمية الترسبات (بالطن)

K هو عامل يعتمد على صفات التربة والتضاريس

A هو مساحة المنطقة المتدفقة (بالكيلومتر مربع)

V هو سرعة التدفق (بالمتر/ثانية)

C هو تركيز المواد الصلبة في الماء (بالطن/متر مكعب)

D هو معامل تأخير الترسيب

L هو طول المسار التدفقي (بالكيلومتر)

ولعدم توفر بيانات مفصلة، تم استخدام معادلة الوتر (Wash Load Equation) وهي معادلة بسيطة يمكن استخدامها لتقدير كمية الترسبات التي تحملها الفيضانات في الأنهار والقنوات الطبيعية. تعتمد هذه المعادلة على افتراضات بسيطة وتعتبر تقديرًا تقريبيًا، وقد تكون دقتها محدودة في الحالات التي تتواجد فيها عوامل معقدة. يعتبر استخدام معادلة الوتر في تقدير كمية الترسبات مناسبًا في الحالات التي لا تتوفر فيها بيانات مفصلة أو عند الحاجة إلى تقدير سريع وتقريبي. معادلة الوتر عادة ما تكون على صورة معادلة كينج (7) بإهمال طول المسار L ومعامل زمن التأخير D. ويجب ملاحظة أن هذه المعادلة تفترض أن الترسبات تكون متجانسة وتوزعت بالتساوي على مساحة المنطقة المتدفقة. كما يمكن لحساب كمية الترسبات في الساعة الواحدة التي يحملها الفيضان استخدام معادلة توازن الكتلة، حيث يتم حساب كمية الترسبات بناءً على الكمية الكلية للركام المنقولة في المياه خلال فترة الفيضان. يجب مراعاة عوامل مثل تركيز الركام في الماء ومساحة المقطع العرضي للتدفق ومدة الفيضان. حيث اعتبر ان الترسبات من الطمي التي

يتراوح تركيزها او كثافتها من 1200 الى $2700kg/m^3$. كما اعتبرنا ان مساحة المقطع العرضي للتدفق هو 170 m (عرض مجرى الوادي) وبارتفاع 1 m فقط.

4- كمية الامطار التي تسبب فيضان وادي درنة:

تقدير كمية الأمطار التي يمكن أن تسبب فيضانًا في وادي يعتمد على عدة عوامل مثل مساحة الوادي، طبيعة التربة، ومعدل التساقط المطري. يتم استخدام نماذج هيدرولوجية لتحليل التغيرات في تدفق الماء ومستوى الأمطار لتقدير المخاطر المحتملة للفيضانات. للحصول على تقدير دقيق لكمية الأمطار المسببة للفيضان في وادي محدد، يجب الاعتماد على البيانات المناخية والهيدرولوجية المتاحة في المنطقة المعنية. عند تحليل وتقدير كمية الأمطار التي تسبب فيضان وادي، يتم استخدام مجموعة من المتغيرات والعوامل التي تشمل مساحة الوادي، تضاريس الوادي، نوعية التربة، معدل التساقط المطري وتوزيع الأمطار. تلك العوامل وغيرها تستخدم عادة في نماذج هيدرولوجية معقدة وبرامج النمذجة الهيدرولوجية لتقدير كمية الأمطار المسببة للفيضان في وادي محدد. أما ابسط صورة تقديرية لتحديد كمية الهطول التي تسبب الفيضان هي حاصل ضرب سعة التخزين في اقصى تدفق للجريان، وهما عنصران يشملان ضمنياً التضاريس ونوعية التربة ومعدل وتوزيع الامطار.

$$FR = V_R \times Q \quad (8)$$

حيث V_R حجم الخزان m^3 و Q اقصى تدفق للجريان m^3/sec.

5- لحساب سرعة المياه المنحدرة من ارتفاع 800 م

هناك العديد من المعادلات المستخدمة لحساب سرعة جريان السيول أو المياه المتدفقة بقوة في الأنهار والوديان. ومن أشهر المعادلات المستخدمة هي معادلة مانينغ (Manning's equation). معادلة مانينغ تستخدم لتقدير سرعة التدفق في الأنهار والقنوات الطبيعية. ولحساب سرعة جريان السيول التي تنحدر من ارتفاع معين، يمكن استخدام معادلة الطاقة. تعتمد هذه المعادلة على مبدأ الحفاظ على الطاقة بين الارتفاع المبدئي والارتفاع النهائي للسيول. تكون معادلة الطاقة للسيول على النحو التالي:

$$V = \sqrt{2gh} \quad (9)$$

حيث:

V هي سرعة جريان السيول (m/sec)

g هو تسارع الجاذبية .

h هو ارتفاع السيول من نقطة بداية الانحدار حتى نقطة القياس (m)

6- لتحديد الزمن اللازم لحدوث الفيضان:

لتحديد الزمن اللازم لحدوث فيضان في وادي، يتطلب الأمر معرفة حجم التصريف المائي للوادي وحجم الأمطار الواردة إليه. يمكننا استخدام القانون التالي لحساب الزمن:

$$t = \frac{Q_F}{Q} \qquad (10)$$

حيث Q_F حجم الفيضان و Q حجم التصريف المائي

النتائج:

1- قيمة الجريان التي ادت الى الفيضان:

الجدول (1) يوضح نتائج نموذج (عاشور، 2022) ومقارنتها بتقديرات (Elosta & Masoud, 2015) ثم تقديرنا لجريان السطحي الناتج عن كارثة دانيال. وبالتالي تم حساب الجريان الناتج عن كمية الامطار المسجلة في اعصار دانيال والتي بلغت اكثر من 400 mm وفق هذا النموذج فوجدناها (وفق المعادلات 1 و 2 و 3) قد بلغت 194 مليون متر مكعب وهذا يفوق اكثر من 8 اضعاف حجم خزان حوض وادي درنة الذي يبلغ 23 مليون متر مكعب تقريباً، وبالتالي كان الفيضان وانهيار السدود امر محتم لا مفر منه.

2- ارتفاع وسرعة الموجه:

نتج عن كمية الجريان التي وصلت الى $194\ Mm^3$ والتي فاقت حجم التخزين بالحوض بثمان اضعاف حجمه نتج عنه انهيار سد ابومنصور اولا وتلاه سد البلاد، نتج أثر هذه الانهيارات موجة من المياه عالية لدرجة انها وصلت الى الادوار العليا من العمارات وذلك حسب شهود العيان. تم تقدير سرعة الموجة وارتفاعها وفق المعادلات (4 و 5) وكانت النتائج كما موضحة بالجدول رقم (2). حيث يلاحظ أن سرعة الانهيار ليس لها تأثير يذكر على سرعة الموجة وارتفاعها، حيث التأثير الاكبر يعتمد على ارتفاع الانهيار

الاولي. وحيث ان الموجة وصلت في غضون 10 دقائق تقريبا (حسب شهود العيان) الى وسط المدينة التي تبعد حوالي 14km وبالتالي تكون سرعة الموجة هي 23 m/sec تقريبا (79 km/hr) وهذا يعني ان ارتفاع الموجة التي ضربت وسط المدينة كان 25m تقريبا، وهذا ما يفسر وصول المياه الى الادوار العليا (اكثر من 15m) من العمارات خاصة القريبة من مجرى الوادي والى قوة الجريان التي جرف كل شيء امامه.

الجدول (1) مقارنة كمية الجريان السطحي لحوض وادي درنة المقاسة من الاسطى 2015 ونموذج عبدالونيس 2022 (المصادر) والتي بناء عليه تم حساب جريان عاصفة دانيال 2023(الباحث).

م	كمية الامطار (mm)	كمية المياه بالوادي Mm^3	الجريان السطحي Mm^3 (الاسطى 2015)	الجريان السطحي Mm^3 (عبدالونيس 2022)
1	60	34.56	9.1	12.6
2	70	40.32	13.5	16.8
3	90	51.84	22.3	25.9
4	110	63.36	34	35.66
5	120	69.12	39.7	40.6
6	400	230	-	194

المصدر: (الباحث).

جدول (2) حساب سرعة الموجة وارتفاعها مقابل فرضيات مختلفة لسرعة الانهيار وارتفاع الانهيار.

سرعة الانهيار m/sec	ارتفاع الانهيار m	ارتفاع المياه قبل الانهيار m	سرعة الموجة m/sec	السرعة Km/hr	ارتفاع الموجة m
من 1m/sec حتى 100m/sec	10	75	35	126	65
	20		33	118	55
	30		28	101	45
	40		26	94	35
	50		22	79	25
	60		17	61	15
	70		10	36	5
	75		0	0	0

المصدر: (الباحث).

3- قوة الصدمة Impact Force:

لحساب قوة الصدمة (المعادلة 6) وهي حاصل ضرب نصف مربع سرعة الجريان وهو ما تم تحديده (23m/s) وهو ما يعادل 79km/hr و كثافة مياه الجريان التي تم فرضها $1500kg/m^3$ باعتبارها مياه محملة بطمي وطين ومساحة المقطع المصطدم به m^2 والتي اعتبرناها $10\ m^2$. فكانت اقل نتيجة صدمة تعادل 3967.500 KN او ما يعادل 396.750 طن، وبفرض ان المياه نقية ولا تحمل أي مواد عالقة (كثافة 1000 kg/m^3) فإن الصدمة تعادل 2645KN او 264.5 طن. وحيث ان واجهات المباني تتراوح ما ين 20 الى 40 متر فنستطيع القول ان قوة الصدمة كان في المتوسط يتراوح مابين 7935 KN الى 11902 KN (793.5 طن الى 1190.2 طن) (وإن كان اعتبار المياه نقية امر مستبعد جدً)، إلا اننا اشرنا اليه لتوضيح حجم الصدمة في احسن الاحوال.

جدول(3) اختبار قوة الصدمة الناتجة عن السرعة 22m/sec بكثافة ماء ومساحة مقطع متغيرة.

مساحة المقطع m^2	قوة الصدمة (KN)	
	كثافة الماء kg/m^3	
	1500	1000
10	3967.500	2645.000
20	7935.000	5290.000
30	11902.00	7935.000
40	15870.000	10580.000
100	39675.000	26450.000
150	59512.500	39675.000
		22627000

المصدر: (الباحث).

4- كمية الترسبات Sedimentation:

لحساب كمية الترسبات (المعادلة 7) في الساعة الواحدة التي يحملها الفيضان، يمكن استخدام معادلة توازن الكتلة، حيث يتم حساب كمية الترسبات بناءً على الكمية الكلية للركام المنقولة في المياه خلال فترة الفيضان. كان يجب مراعاة عوامل مثل تركيز الركام في الماء ومساحة المقطع العرضي للتدفق ومدة الفيضان. حيث اعتبر ان الترسبات من الطمي التي

يتراوح تركيزها او كثافتها (من 1200 الى $2700kg/m^3$). كما اعتبرنا ان مساحة المقطع العرضي للتدفق هو 170 m (عرض مجرى الوادي) وبارتفاع 1 m فقط. النتائج موضحة بالجدول رقم (4).

جدول (4) اختبار كثافة مختلفة من الترسبات (من الحد الادنى لكثافة الطمي $1200kg/m^3$ الى الحد الاقصى $2700\ kg/m^3$) وبفرض مساحة مقطع التدفق 170م (عرض مجرى الوادي) وبارتفاع 1 م فقط.

كثافة الترسبات kg/m^3	كمية الترسبات	
	kg/hr	Ton/hr
1200	734400000	734400
1500	918000000	918000
2000	1224000000	1224000
2500	1530000000	1530000
2700	1652400000	1652400
المتوسط	1193400000	1193400
كمية الترسبات/24 ساعة	28641600000	28,641,600 طن

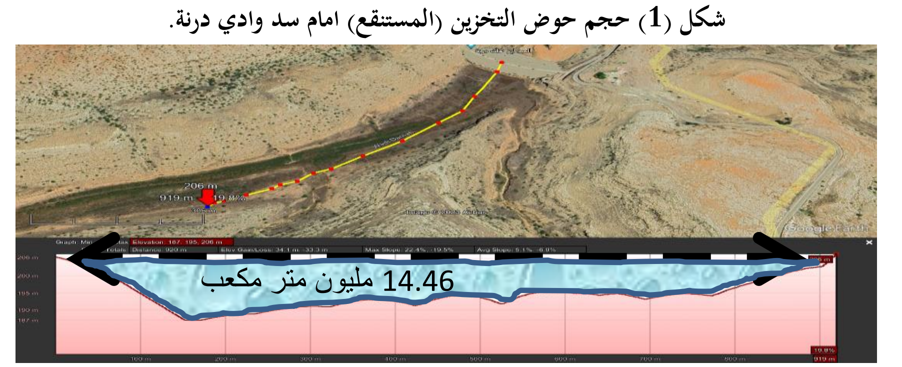
المصدر: (الباحث).

5- كمية الامطار التي تسبب فيضان وادي درنة:

لتحديد كمية الأمطار التي تسبب فيضانًا لسد وادي درنة، يمكننا استخدام قيمة معينة مرجعية لسعة السد ومعدل التدفق الأقصى الذي يمكن للسد تحمله. إذا تجاوزت كمية الأمطار هذا الحد، فإنها ستتسبب في فيضان السد. وحيث ان مساحة الوادي هي $576,000,000\ m^2$ وعمق هطول العاصفة 400 mm فإن حجم المياه الناتجة حوالى $230,000,000\ m^3$ ووجدنا منها أن $194,000,000\ m^3$ هي حجم الجريان السطحي (نسبة الفاقد حوالي 16%) والذي كما ذكرنا انه يفوق 8 اضعاف حجم الوادي تقريباً. وعليه يكون معدل التدفق الاقصى هو $2245m^3/sec$. عليه فإن كمية المياه التي تسبب فيضان لوادي درنة هي $51,635,000\ m^3$ وهي حاصل ضرب حجم الخزان في معدل التدفق الاقصى. وهذه القيمة تعادل حسب مساحة الحوض عمق هطول مقداره 89.8 mm (بينما عمق هطول العاصفة كان 400 mm) وهي اكبر 4 اضعاف من القيمة التي تسبب او تهدد بفيضان.

لتحديد ارتفاع الأمطار التي تسبب فيضانًا للسد يجب الاخذ بعين الاعتبار كمية المياه أمام السد (المستنقع) إن وجدت، وعليه يجب معرفة حجم هذا المستنقع، من خلال المشاهدة الميدانية وبيانات جوجل نجد ان حجم حوض التخزين لوادي درنة لا تتجاوز $14,460,000\ m^3$ (الشكل رقم 1) وهذا الحجم في تناقص مستمر نتيجة الترسبات التي يحملها الجريان وعدم العمل على ازالتها وتنظيفها باستمرار. يمكن استخدام المعلومات المتعلقة بسعة السد والحجم الحالي للماء في السد (المستنقع) لحساب ارتفاع المياه المسبب للفيضان. سنفترض أن السد ممتلئ بالفعل حتى الحد الأقصى وأن الفيضان يحدث عندما تتجاوز كمية الأمطار الحجم المتبقي للسد. فيما يلي نتائج اختبار فرضي لكود بسيط لتحديد ارتفاع الأمطار التي تسبب فيضانًا للسد باعتبار وجود مياه أمام السد الجدول (5):

شكل (1) حجم حوض التخزين (المستنقع) امام سد وادي درنة.



جدول (5) ارتفاع الامطار التي تسبب فيضانا للسد حسب حجم الماء المتوفر امام السد (المستنقع)

reservoir_capacity سعة السد m^3	مساحة الخزان (المستنقع) m^2	حجم الماء الحالي في السد m^3	ارتفاع المياه التي تسبب فيضانًا للسد m
23,000,000	14,400,000	0	**15.625**
		1000	**15.624**
		10000	**15.62**
		100000	**15.56**
		1000000	**14.43**
		10000000	**8.62**
		15000000	**5.2**
		20000000	**1.73**
		23000000	**0.00**

المصدر: (الباحث).

وهذه من القياسات التي يجب توفرها والاهتمام بها لتجنب وقوع مثل هذه الكوارث والتخفيف من آثارها قدر الامكان.

6- لحساب سرعة المياه المنحدرة من ارتفاع 800م:

يمكن حساب سرعة انحدار المياه من ارتفاعات مختلفة بقانون السرعة (المعادلة 9) بدلالة الارتفاع وذلك بشكل تقريبي، حيث يلاحظ سرعة الجريان (جدول 6) التي تتراوح ما بين 159.4 km/hr عند منسوب 100، وحيث ان الجريان بدأ من بداية الوادي الذي يرتفع 800 عن منسوب البحر فإن سرعة الجريان بلغت حوالي 450km/hr وهذا ما يفسر قوة الصدمة وآثارها في اقتلاع المباني والجسور.

جدول (6) اختبار سرعة الجريان مقابل مناسيب مختلفة من الوادي.

المنسوب (m)	السرعة (km/hr)
100	159.4
200	225.4
300	276.1
400	318.75
500	356.4
600	390.4
700	421.7
800	450.8

المصدر: (الباحث).

7- الزمن اللازم لحدوث الفيضان:

بمعلومية حجم التصريف المائي للوادي ($194,000,000\ m^3$) ومعدل الصرف ($2445\ m^3/sec$). يمكن حساب الزمن اللازم لحدوث الفيضان (حجم التصريف/معدل الصرف) الذي وجدناه 24hr تماماً. وهو الزمن الذي يمتلئ فيه حوض التخزين بالكامل تحت تأثير معدل جريان ($2445\ m^3/sec$) إلا ان الواقع ان الفيضان حدث بعد حوالى 12 ساعة من العاصفة. ويرجع ذلك لسببين، اولهما هو الوضع الانشائي للسدود، وكما ذكرنا سابقاً أن هذه السدود ما كانت لتصمد امام هذا الاعصار المحمل بكمية من الامطار

غير المسبوقة حتى وإن كانت هذه السدود في أحسن أحوالها الانشائية الذي كان ربما "يؤخر" فقط الانهيار المحتوم لساعات إضافية محدودة ولا يمكن منعه. السبب الثاني وراء سرعة الانهيار هو الحجم الفعلي للتخزين الذي لا يتجاوز $14,460,000\ m^3$ والذي يمثل 60% من حجم حوض الوادي بالكامل البالغ $23,000,000\ m^3$.

الخلاصة:

تناولت الورقة تحليل أسباب انهيار سد وادي درنة الذي وقع يوم الاثنين الموافق 11 سبتمبر 2023 وتفسير اسباب حجم الكارثة المتمثل في الخسائر المادية والبشرية. اعتمد هذا البحث على المعلومات والبيانات المتاحة من الدراسات السابقة والتقارير المتعلقة بسدود وادي درنة تحديدا. والتي بناء عليها تم تحليلها واستعمالها في إنشاء نماذج محاكاة هيدروليكية لفهم وتحديد العوامل المساهمة في الانهيار وتفسيره. من أهم نتائج المحاكاة الهيدروليكية التي كتبت بشفرات (Codes) تمثل المعادلات الاساسية في حساب عناصر الدراسة و تطبيقها بلغة البرمجة Python أن كمية هطول الاعصار كانت تزيد عن 4 اضعاف كمية الهطول التي تسبب فيضان الوادي مما نتج عنه حجم جريان بلغ حوالي 194 مليون متر مكعب وهو ما يزيد عن اكثر من 8 اضعاف حجم خزان السد. هذا الجريان تم حسابه وفق نموذج عبدالونيس 2022، أما الاسباب وراء حجم الكارثة من حيث عدد الضحايا والخسائر المادية، فقد تم دراسة خمسة عناصر رئيسية يمكن ان تسبب هذه الخسائر في الارواح والممتلكات، وهي سرعة الجريان وزمن وصوله لوسط المدينة والذي لم يترك فرصة لنجاة من جاء امامه، وارتفاع الموجة التي اغرقت هذه المباني بمن فيها، وقوة الصدمة التي اقتلعت العمارات والطرق والجسور من اساسها وألقت بها في البحر، وكمية الترسبات التي غطت ثلث المدينة تقريبا. وهذه العناصر هي ما تم انشاء نماذج محاكاة هيدروليكية لحسابها وفق معادلات اساسية تقديرية، فأظهرت النتائج ان سرعة الجريان التي انطلقت من اعلى قمة الحوض التي تبلغ 800م تقريبا فوق سطح البحر (نهاية الوادي)، قد بلغت 450 كم/الساعة تقريباً، اما ارتفاع الموجة بعد انهيار السد فقد وصلت الى 25 متر، والتي تم تقدير وصولها الى وسط المدينة في غضون 8 دقائق وبعض الثواني، كم تم تقدير قوة الصدمة الناتجة عن هذا الجريان بحوالي 793.5 طن الى 1190.2 طن، وكمية الترسبات المصاحبة للجريان تم تقديرها بحوالي 28,641,600 طن من الطين والطمي، كل هذا يفسر النتيجة

الكارثية في عدد الضحايا و انهيار وجرف المباني. الجدير بالذكر ان نتائج هذه الورقة هي نتائج تقريبية اعتمدت في بعضها على معادلات تجريبية وأخرى رياضية لا تأخذ بعين الاعتبار العديد من العوامل الطبيعية الهيدرولوجية وذلك لعدم توفرها، إلا ان تعتبر تحاكي حقيقة الاحداث لو اخذنا بعين الاعتبار تطابق بعض النتائج مع ما حصل في الواقع، مثل سرعة وارتفاع وزمن وصول الموجة وكمية الترسبات وحجم الجريان. وبالتالي فإن نتائج هذا البحث تخلص الى أنه ليس اهمال تنفيذ صيانة السدود وعدم متابعة حالتها بشكل كافٍ وعدم اتخاذ التدابير اللازمة لتقوية هياكلها وتحسين نظام الصرف هي التي كانت وراء انهيارها، او كما ذهب البعض الى ان هناك أخطاء كانت في تصميمها وتنفيذها، مما أثر على قدرتها على تحمل الضغوط الناتجة عن تدفق المياه ومن ثم حدث الانهيار، بل الواقع أن هذه السدود ما كانت لتصمد امام ذلك الاعصار المحمل بكمية من الامطار الغير مسبوقة حتى وإن كانت هذه السدود في أحسن أحوالها الانشائية الذي كان ربما يؤخر فقط الانهيار المحتوم لساعات إضافية محدودة ولا يمكن منعه.

التوصيات:

وبناءً على نتائج وتحليلات هذه الكارثة الغير مسبوقة، يوصي البحث بتبني إجراءات وقائية لتجنب حدوث كوارث مماثلة في المستقبل. تشمل:

1. تحسين الرصد والتنبؤ بالأحوال الجوية القوية والأعاصير، وتوفير تنبيهات مبكرة للسكان المعرضين للخطر.
2. تعزيز البنية التحتية للمناطق المعرضة للفيضانات والسدود، مثل تعزيز السدود والجسور والطرق والمباني لتحمل القوى الهائلة التي تنشأ جراء فيضانات كبيرة.
3. تحسين نظام الإنذار المبكر وتطوير خطط الاستجابة السريعة والإخلاء للسكان في حالات الطوارئ.
4. تعزيز التوعية والتثقيف للسكان بشأن مخاطر الفيضانات والسدود، وكيفية التصرف في حالات الطوارئ.
5. تعزيز التعاون والتنسيق بين الجهات المعنية، مثل الحكومات المحلية والمؤسسات البيئية والمهندسين المدنيين، لضمان تنفيذ الإجراءات الوقائية بشكل فعال.

6- يجب التقيد بالمعايير واللوائح المحلية المتعلقة بالسدود والأعمال المائية، بالإضافة إلى المعايير الدولية والتي تهدف إلى ضمان سلامة السدود وتقليل المخاطر البيئية والاجتماعية والاقتصادية المحتملة. يجب على المسؤولين والمهندسين المشاركين في تصميم وبناء السدود الالتزام بالمعايير والتوجيهات المحددة والعمل وفقًا لأفضل الممارسات الهندسية لضمان سلامة السدود وحماية المناطق المحيطة بها والسكان المتأثرين. أهم هذه المعايير هي المعايير التابعة للجنة السدود الدولية (ICOLD) التي تصدر توصيات وإرشادات متعددة تغطي مجموعة واسعة من الجوانب المتعلقة بتصميم وبناء وصيانة السدود، بما في ذلك التصميم الجيوتقني والهيدرولوجي والكهربائي والميكانيكي وغيرها. والمنظمة الفنية الدولية (ISO) التي تصدر المعايير المتعلقة بصناعة السدود، كالمعيار الدولي ISO 216 هذا المعيار يعطي المبادئ الأساسية لتصميم وبناء السدود ويشمل المفاهيم الأساسية والمصطلحات والتعريفات و المعيار الدولي ISO 19901-4 الذي يتعلق هذا المعيار بتصميم السدود والأعمال المائية ويغطي الجوانب الهيكلية والجيوتقنية والهندسية المتعلقة بالسدود .المعيار الدولي ISO 6926 يتعلق هذا المعيار بالتصميم الهيدرولوجي للسدود ويوضح المبادئ والإجراءات المتعلقة بتقدير التصريفات والفيضانات المحتملة.

المصادر والمراجع:

- عبدالونيس عبدالعزيز عاشور، (2 11، 2022)، تقدير عمق الجريان السطحي لوادي درنة بالتكامل مع تقنيات نظم المعلومات الجغرافية ونموذج SCS-NC. مجلة جامعة سبها للعلوم البحثة والتطبيقية.

- مشعل محمود فياض الجميلي، (1 1، 2008)، وادي درنة في الصحراء الليبية،دراسة هيدرومورفمترية، المجلة العراقية لدراسات الصحراء.

- aljazeera.net. (2023, 99 15). https:aljazeera.net/encydopedia/2023/9/15. Retrieved from aljazeera.net.

- Elosta, M. M., & Masoud, M. H. (2015, 7). Implementation of a hydrologic model and GIS for estimating wadi runoff in Dernah near Al Jabal Al Akhdar, NE Libya. Journal of African Earth Sciences , pp. 36-56.

- Sinan Kalkan و ،Onur Tolga Sehitoglu .(2022 ،11 9) . https://pp4e-book.github.io تم الاسترداد من ./Programming with Python for Engineers.

الآثار البيئية للفيضان السيلي لوادي درنة المدمر

د. مسعود مصطفى زعطوط،
مدرسة العلوم الأساسية/ أكاديمية الدراسات العليا- فرع درنة – ليبيا
marwan2004h@yahoo.co.uk

د. عصام سالم الميهوب
كلية الموارد الطبيعية وعلوم البيئة/ جامعة درنة- ليبيا
myhob76@gmail.com

أ. أجويدة أبوبكر بوبيضه
الهيئة العامة للمياه/ درنة- ليبيا.
Ajwaida@gmail.com

الملخص:

تهدف هذه الدراسة إلى تحديد الأثار البيئية الناتجة عن كارثة فيضان وادي درنة المدمر، من خلال أجراء مسح بيئي للمنطقة المنكوبة وتحديد أثار التلوث بها، وجمع البيانات عن وضع سدود وادي درنة منذ أنشائها وحتى ما قبل الكارثة، ومحاولة فهم الأسباب التي أدت الي انهيارها. وتطرقت الدراسة إلى تحديد حجم الآثار الناجمة عن كارثة فيضان وادي درنة. حيث أظهرت نتائج المسح الميداني، تدمير شبكات الصرف الصحي وانتشار المستنقعات، وما يعقبها من تلوث المياه الجوفية والهواء والتربة، كذلك جرف التربة وفقدان مخزون البذور علي طول مجري الوادي، وتدمير الكثير من النباتات والأشجار وموائل الحيوانات وفقدان التنوع الحيوي بالوادي. أضافة لما سبق تم توثيق تراكم المخلفات البشرية، والنفايات الصلبة، والأف الأطنان من الطمي والرمال في الشوارع واحتوائها على بقايا الوقود والزيوت والشحوم التي لا تزال موجودة داخل اكوام السيارات التي جرفتها السيول، اضافة لمخاطر انهيار المباني الغير مستقرة بعد انتهاء الكارثة.

الكلمات المفتاحية: وادي درنة، الفيضانات، الأثار البيئية، انهيار السدود.

The environmental impacts of the destructive flash flood in the Derna Valley

Masoud M. Zatout.
School of Basic Sciences. Libyan Academy for Postgraduate Studies. Derna. Libya
marwan2004h@yahoo.co.uk

Esam S. Elmayho.
Faculty of Natural Resources and Environmental Sciences, Department of Environmental Sciences, Derna University.
myhob76@gmail.com

Ajwaida A. Boubaida.
Ajwaida Abu Bakr Boubaida, Public Authority for Water, Derna, Libya.
Ajwaida@gmail.com

Abstract

This study aims to identify the environmental impacts resulting from the devastating flood disaster in Derna Valley, through conducting an environmental survey of the affected area and identifying the pollution effects, collecting data on the status of the dams in Derna Valley since their construction and before the disaster, and trying to understand the reasons that led to their collapse. The study also focused on determining the extent of the effects of the Derna Valley flood disaster. The field survey results showed the destruction of sewage networks and the spread of stagnant water, followed by groundwater, air, and soil pollution, as well as soil erosion and loss of seed stock along the valley, the destruction of many plants and trees, animal habitats, and loss of biodiversity in the valley. In addition to the above, the accumulation of human waste, solid waste, and tons of debris in the streets, containing fuel, oils, and fats residues that are still present in the piles of cars swept away by the floods, as well as the risks of collapse of unstable buildings after the disaster, were documented.

Keywords: Derna Valley, Floods, Environmental Impact, Dam collapse.

المقدمة:

تشغل الكوارث اهتمام معظم دول العالم، نتيجة للتغيرات المناخية والبيئية، نتيجة الأنشطة البشرية السلبية، والتي سببت الجفاف والتصحر، نتيجة أزاله الغطاء النباتي، كذلك سببت في الفيضانات والسيول. وتعتبر الفيضانات الفُجائية أو السيول (Flash floods)، والذي يحدث عادة في مدة قصيرة خلال ساعات وبدون سابق انذار، خصوصا التي تحدث في المناطق الجافة وشبه الجافة، من بين أكثر الكوارث الطبيعية فتكاً في جميع انحاء العالم، والتي تؤثر على المجتمعات والأنظمة البيئية لفترات زمنية طويلة، وتحدث الفيضانات المفاجئة عندما تكون الأرض غير قادرة على امتصاص فائض الأمطار الغزيرة وكذلك عدم وجود غطاء نباتي كافي، أيضا بسبب الكثافة السكانية، أذ يتم تشييد مبان في مناطق الوديان والمنخفضات ومجاري السيول والأمطار الطبيعية، مما يؤدي بدوره إلى عرقلة الوديان عن أداء وظيفتها كقنوات تصريف طبيعية لمياه الأمطار. وتختلف شدة الفيضانات حسب كمية المياه الزائدة وشدتها وسرعتها وعمقها. تم في هذه الدراسة جمع المعلومات والبيانات للمنطقة المنكوبة من خلال الزيارات الميدانية وتوثيق المشاهدات، ومحاولة تقييم حجم الآثار البيئية والطبيعية وتقييم أثار التلوث الناتجة عن كارثة فيضان وادي درنة.

مشكلة البحث:

تعتبر منطقة الجبل الأخضر معرضة باستمرار لخطر الفيضانات والسيول المدمرة، نظرا لكثرة الأودية بها، وكنتيجة للتغيرات المناخية على مستوي العالم، حيث تعرضت مناطق الجبل الأخضر عامة، ومدينة درنة خاصة، لعدة فيضانات منذ بدايات القرن الماضي، وحتى فيضان وادي درنة المدمر في 10 سبتمبر 2023م، وما سببه من خسائر بشرية وبيئية هائلة. مما أستلزم دراسة ما نتج عنها من أخطار بيئية كارثية، من أجل أيجاد رؤية استراتيجية حقيقية تساعد على فهم طبيعة مثل هذه الفيضانات وتفادي الأخطاء البشرية والتي فاقمت المشكلة، وبناء عليها تم اختيار منطقة الدراسة على طول مجري وادي درنة، لتكرار حدوث الفيضانات فيها.

أهمية البحث:

تأتي أهمية الدراسة من كون مدينة درنة من أهم المدن في منطقة الجبل الأخضر من الناحية البيئية والسياحية، تتمثل بمنطقة وادي درنة وما تحويه من تنوع حيوي وتربة خصبة

وعيون ومساقط مائية، وأشجار ونباتات طبية وعطرية وغيرها، أذ أدي انهيار سدين رئيسيين بالمدينة لتدفق كميات هائلة من المياه جرفت أجزاء واسعة من المدينة، حيث تعرضت بنيتها وبيئتها للتدمير الكامل، ولم يسلم البشر ولا الحجر، ونظرا لتكرار هذه الفيضانات في الماضي والحاضر، وربما بالمستقبل، وجب تحديد الأثار البيئية التي حدثت، ومحاولة فهم الأخطاء السلبية لتجنب تكرارها مستقبلا.

الدراسات السابقة:

أفاق العالم صبيحة 10 سبتمبر 2023م علي هول فاجعة انسانيه وكارثة بيئية اصابت مدينة درنة في ليبيا، فقد ذكرت منظمة الأمم المتحدة للطفولة (اليونيسف) في ليبيا، "إن البلاد واجهت أشد العواصف فتكا في تاريخها المسجل، حيث ألحقت دمارا غير مسبوق شرق البلاد، خاصة في مدينة درنة التي دمّر الإعصار 30% منها" ("فيضانات درنة"، 2023). كذلك أفاد (المركز الوطني للأرصاد الجوية في ليبيا، 2023)، "بأنّ العاصفة "دانيال"، وصلت إلى ذروتها في شمال شرق ليبيا في 10 سبتمبر 2023م، مع رياح قوية تراوحت سرعتها بين 70 و80 كم/ساعة، ما أدى إلى هطولات مطرية غزيرة جدا خلال أقل من يومين وصلت لحوالي 425 ملم، في منطقة تصنف بشبه الجافة مناخياً، وتستقبل معدل أمطار سنوي يتراوح بين 200 إلى 250 ملم، أي أن ما يسقط على مدار عامين سقط خلال مدة أقل من 24 ساعة"، حيث أن هطول الأمطار في ليبيا نادر جدًا، وتحدث معظم الأمطار السنوية خلال شهري يناير وفبراير (El-Tantawi, 2005). ما أدى لتشكل فيضانات عارمة في منطقة تكثر فيها الوديان، غمرت أجزاء واسعة من المدينة وتسببت بدمار البنية التحتية الهشة، وجميع الجسور والمباني وانقطاع الاتصالات وسقوط أبراج الكهرباء والأشجار و أدت إلى مقتل آلاف من السكان، كذلك فأن العاصفة "دانيال"، تسببت بفيضانات شديدة إثر انهيار السدين في أعلى المجرى نحو درنة، حيث أدت الفيضانات إلى مقتل 4,352 شخصا على الأقل، ونزوح أكثر من 43 ألفا، في حين ما يزال 8 آلاف آخرون مفقودين، كما جرفت المياه الغزيرة الأحياء وألحقت أضرارا بالبنية التحتية الهشة ("هيومن رايتس ووتش"، 2023)، كما كشف السلطات الليبية أن إجمالي عدد الوفيات المقيدة في كارثة الفيضانات بدرنة بلغ 4540 شخصًا بينهم أجانب، بينما أعلن مكتب الأمم المتحدة لتنسيق الشؤون الإنسانية عن ارتفاع عدد قتلى السيول

مدينة درنة إلى 11 ألفا و300 قتيل، و10 آلاف و100 مفقود، في حين " أن عدد القتلى وصل حتى الثاني من أكتوبر إلى 4333، وفق منظمة الصحة العالمية، التي أوضحت أيضا أن المفقودين المسجلين بلغوا 8500 شخص. وكانت التقديرات المحلية أشارت إلى أن 8% من سكان درنة الليبية قتلوا أو فقدوا في الفيضانات، وربع أحيائها مُسح من الخريطة صورة 1، في مدينة يقدر عدد سكانها بنحو 200 ألف نسمة ("فيضانات درنة"، 2023).

أن الفيضانات سريعة الحدوث والتي تحدث بفعل العواصف والأعاصير ونتيجة لسقوط امطار غزيرة او انهيار السدود والخزانات تؤدي الي ارتفاع سريع في المياه (فاروق، 2008). وتشير نتائج الأبحاث التي قام بها البنك الدولي عن السيول والفيضانات في العالم العربي عام 2011 إلى أنها كانت الكارثة الطبيعية الأكثر حصولا في الشرق الأوسط وشمال أفريقيا بين عامي 1981 و2011، فمن بين حوالي 300 حدث من هذا النوع تشكل السيول والفيضانات 53% من مجموع الكوارث الطبيعية، في حين تشكل الزلازل 24% من المجموع، والعواصف والجفاف 10% منها (الغربي، 2019). وفي الدراسة التي نشرت في دورية (2023) Nature Climate Change، قال الباحثون يمكن أن يصل عدد سكان العالم المهددين بمخاطر الفيضانات الساحلية إلى أكثر من 287 مليونا بحلول عام 2100، وهو ما يعادل 4.1 % من سكان العالم. كما تقدر الخسائر في الأصول المادية المهددة بالفيضانات بحوالي 14.2 تريليون دولار أميركي، وهو ما يعادل 20% من الناتج المحلي الإجمالي العالمي. وعلي الصعيد البيئي، فأن الفيضانات تجلب معها ما يسمى بالكوارث "الطبيعية" بشكل أكثر تواترا وتدميرا، حيث تؤدي الفيضانات إلى تغيرات في موائل الحيوانات، مما يجعلها تتأثر بشدة وعدم قدرتها على البقاء على قيد الحياة، وكذلك تدمير الكثير من النباتات وفقدان التنوع الحيوي. كما يمكن أن تؤدي الفيضانات إلى تغيرات في التربة وفقد مخزونها من البذور، وبالتالي زيادة تصحر الأراضي، وتآكل الأرضي، كذلك يمكن أن تسبب تيارات المياه السريعة تغيير مسارات عيون المياه وتدمير التضاريس الطبيعية. ففي شمال شرق ليبيا، حيث البيئة هشة ومعرضة للخطر، من الممكن أن تكون إزالة النباتات الطبيعية من سطح الأرض عاملاً رئيسياً يسرع من جريان المياه، وبالتالي تآكل التربة (Xiao-Yan et al., 2011; Desert Links, 2001)، والفيضانات تنجم في الغالب

نتيجة لأزاله الغابات (الأمم المتحدة، 1996)، ناهيك عن أثار الفيضانات على التلوث البيئي عامة.

صورة (1) آثار الفيضان السيلي لوادي درنة المدمر.



منطقة الدراسة:

إن الوضع الجغرافي لمدينة درنه والمناطق المرتفعة المحيطة بها تجعل كميات من المياه تتدفق في وقت قصير في حالة حدوث عواصف مطرية غزيرة تستمر لعدة أيام متصلة، وحيث أن الأمطار مستمرة فان التدفق أيضا يستمر لبضعة أيام جالبا كمية كبيرة من المياه قد تكون بملايين الأمتار المكعبة وبالتالي يكون تأثيرها كبير على المنشاة المائية بالوادي (بوبيضة، 2000).

منطقة حوض وادي درنة:

منطقة حوض وادي درنه الذي يقع في الجزء الشرق من الجبل الأخضر، ويحده من جهة الغرب منطقة الفايدية ومن الشرق والشمال الشرقي منطقة الفتائح ومدينة درنه شكل 2، ويبلغ أقصى ارتفاع للحوض في جهة أقصى الجنوب الغربي حوالي 765 متر فوق مستوي سطح البحر وينحدر ناحية الشمال إلى أن يصل شاطئ البحر عند أقدام مدينة درنه بطول حوالي 75 كيلومتر، وتبلغ مساحة حوض التجميع حوالي 570 كيلومتر مربع (Hidroprojekat, 1972)، حيث يمكن تقسيمها إلى:

1. الجزء العلوي من مجري وادي درنه:

يقع بالجزء الجنوبي الغربي من الحوض ويحده من ناحية الجنوب أحواض تجميع وديان الخليج والمعلق ومن الشمال خط المنقلب المائي للجبل الأخضر وتبلغ مساحة هذا الجزء حوالي 340 كيلومتر مربع وبطول حوالي 25 كيلومتر وتتميز هذه المنطقة بارتفاع معدلات سقوط الإمطار ومنها تأتي معظم الكمية من مياه الفيضان خلف سد بومنصور الركامي (Hidroprojekat, 1972).

2. الجزء الأوسط من مجري وادي درنه:

يقع ما بين سيرة الوشكة ومنطقة سيدي بومنصور بطول حوالي 36 كيلومتر وبارتفاع حوالي 240 متر فوق سطح البحر وتبلغ مساحة هذا الجزء حوالي 140 كيلومتر مربع، ويشمل هذا الجزء سد بومنصور وعيون بومنصور ونفق بومنصور (Hidroprojekat, 1972).

3. الجزء السفلي من مجري وادي درنه:

يغطي المنطقة الممتدة من أسفل سد بومنصور بارتفاع حوالي 170 متر فوق مستوي سطح البحر وحتى مصب الوادي بالبحر، بطول 14 كيلومتر ويضاف إلى المجري الرئيسي العديد من الوديان الفرعية بمنطقة التجميع، ويغطي هذا الجزء مساحة تجميع تقدر بحوالي 100 كيلومتر مربع وتحتوي على مجري الوادي بعد نفق بومنصور وشلال درنه وعين البلاد وسد البلاد (Hidroprojekat, 1972).

شكل (2) خريطة لبعض مجاري الوديان في مدينة درنة.

سد بو منصور الركامي:

سد بو منصور، صورة 3 الذي يقع على مسافة 14 كيلومتر ناحية الجنوب من مدينة درنه داخل الوادي وهو سد ركامي يبلغ ارتفاعه 74 متر وطوله 273 متر، أما عرضه عند القاعدة فيبلغ 155 متر وعند القمة 7 أمتار وتبلغ أقصى سعة تخزينية للسد 23 مليون متر مكعب من مياه الفيضانات إلا إن أكبر كمية وصلت إلى بحيرة السد لم تتجاوز 14 مليون متر مكعب خلال فترات الفيضانات المتباينة منذ إنشاء السد (فيضان سنة 2011)، وحتى ما قبل أعصار دانيال **(Hidroprojekat, 1972)**.



صورة (3) سد وبحيرة بو منصور الركامي بوادي درنه.



سد البلاد الركامي:

يأتي في نهاية مجري وادي درنه سد البلاد، صورة 4 الذي يقع عند أطراف مدينة درنة ناحية الجنوب داخل الوادي وهو سد ركامي يبلغ ارتفاعه 40 متر، وعرضه عند القاعدة 84 متر وعند القمة 8 أمتار وتبلغ القدرة التخزينية لبحيرة السد مليون متر مكعب وتستقبل البحيرة مياه الفيضانات من مجري الوادي الرئيسي وفروعه الواقعة تحت سد بو منصور بالإضافة إلى فائض العيون مما يؤدى إلى استمرار تواجد كمية من المياه بالبحيرة معظم العام وارتفاع معدلات الترسيب بقاع البحيرة منذ إنشاء السد وبالتالي انخفاض حجم التخزين المتاح. وقد أقيم هذا السد الركامي علي أطراف مدينة درنه لغرض حماية المدينة أولا من أخطار الفيضانات التي كانت في السابق قبل إنشاء السد تسبب في العديد من الكوارث




والخسائر في الأرواح والممتلكات (فيضان درنه سنة 1959) ، وثانيا لأعاده شحن وتغذية الخزانات الجوفية بالمنطقة خاصة خزان باب شيحا الجوفي القريب والملاصق لبحيرة التخزين مباشرة والذي كان يستخدم قبل تشغيل محطة درنه لتحلية مياه البحر خلال سنة 2009 لتغذية المدينة بما نسبته أكثر من 60 % من مياه الشرب من خلال عدد من الأبار الجوفية المحفورة بهذا الحوض الجوفي (بوبيضة، 2000).

صورة (4) بحيرة سد البلاد الركامي أثناء حدوث الفيضانات.

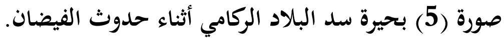


بحيرة التخزين: -

تعتبر المنطقة التي خلف سد البلاد بحيرة لحجز المياه صورة 4، 5، باعتبار أن السد حاجز لتدفق المياه داخل مجري الوادي وحيث أن السد يقطع الوادي ويمنع جريان المياه في اتجاه البحر فان فائدة البحيرة بصفة عامة هو الاحتفاظ بالمياه سواء تلك القادمة من مياه الفيضانات الموسمية أو الفائضة من مياه العيون عبر مجري الوادي للاستفادة منها للأغراض الزراعية أو للشرب وكذلك التحكم في هذه المياه لمنع والحد من أخطار الفيضان أو إهدار وضياع هذه الكميات الكبيرة إلى البحر ولكن بالنسبة لبحيرة سد البلاد فان حجز المياه يساهم إلى حد ما في تغذية الخزان الجوفي بباب شيحا وذلك من خلال أداء وطبيعة صخور هذا الخزان الجوفي المميز. وعندما تزيد كمية المياه الفائضة عن السعة المحددة للبحيرة وهي حوالي مليون متر مكعب فان تلك المياه الزائدة يتم تصريفها عن طريق المفيض إلى المجري السفلي للسد ومنه إلى البحر مباشرة (بوبيضة، 2000).

طبيعة جوانب وقاع البحيرة:

يحد البحيرة من جهة الشمال سد البلاد الركامي وهو مبني من ركام كسر الصخور الجيرية الدولوميتية الصلبة 1.5: 1 ويميل هذا الجانب جهة البحيرة ويحدها من الجهة الشرقية صخور جيرية وهذه الصخور الجيرية تتميز بوجود فواصل راسية وكسور وفجوات كارستية كثيرة مما يسبب في زيادة معامل النفاذية بمنطقة البحيرة. وبعد مسافة قصيرة من جسم السد يصبح الجانب مغطي بالمواد الرسوبية المخلخلة من التربة الطينية الغرينية وبها أحجار جيرية تتراوح أقطارها من 30 مم إلى 2500 مم وهذه الرواسب ناتجة من مياه الفيضانات الموسمية. بينما يحدها من الجهة الغربية رسوبيات من التربة الطينية الغرينية المنقولة بواسطة مياه الفيضانات الموسمية لوادي درنه وهي سهلة الانهيار وتغطي مسافات كبيرة من الضفة تبدأ من كتف السد في اتجاه جنوب الوادي. ويوجد على الجانب الشرقي من البحيرة وعلى مسافة حوالي 550 متر من جسم السد في اتجاه الجنوب مصب وادي بورويس تصب مياهه الموسمية في البحيرة، آما القاع فيوجد به ترسبات الطمي التي تغطي الصخور الجيرية التي تكون القاع الأصلي للبحيرة (بوبيضة، 2000).


صورة (5) بحيرة سد البلاد الركامي أثناء حدوث الفيضان.



الحماية من آثر الفيضانات:

تعرضت مدينة درنة منذ القدم لعدة فيضانات موسمية حادة أدت إلى حدوث عدة أضرار جسيمة في الممتلكات والأرواح، كما حدث أثناء فيضانات شهدتها درنة: 1941، 1959، 1968، 1986، 2011، وأخرها 2023، صورة 6، ولهذا كان التفكير في




إنشاء عدد من السدود الركامية بمجري الوادي تكفل حماية مدينة درنه من أخطار الفيضانات، وعليه فقد تم إنشاء سدي البلاد وبو منصور في سبعينيات القرن الماضي، لتؤدي هذا الغرض الأساسي. إن حجم وكمية الفيضانات تلك يعتمد أساسا على عامل الوقت وبالتالي لابد من إعطاء الوقت المناسب لنقل كمية من المياه ينتج عنه في نهاية الأمر تدفق انسيابي للمياه بأقل الأضرار. حيث أن الأعمال التي تم إنجازها بالمشروع قامت أساسا لمعالجة المشاكل المائية بالوادي بحيث تتعامل مع عامل الوقت باعتبار أن حجم المياه الكبير يعتبر هو الأساس ولا يمكن تقليله أبدا. وكل ما يستطاع القيام به هو تقليل كميات المياه المتجمعة في نقطة أو مخرج واحد وفي وقت واحد وذلك بمحاولة حجز وتهدئة مياه الفيضانات خلف السدود التعويقية المقامة بمجري الوادي وفروعه، وبذلك ستعمل تلك السدود كنظام مؤخر لتدفق مياه الفيضانات وسوف تساعد على تسريب جزء كبير من تلك المياه وشحنها في الخزانات الجوفية بالمنطقة كلما أمكن ذلك (بوبيضة، 2000).

صورة (6) فيضان وادي درنه سنة 2011 (ذيل الوادي).



كما أن العامل الرئيسي الذي يتحكم بإعداد تصاميم تفادي قوة وأثر الفيضانات الخاصة بالمنشئات المائية يتركز في كميات المياه المتدفقة عند المخارج وأيضا في قمع تصريف تلك الفيضانات وارتفاعه الذي عنده يسمح بمرور المياه الفائضة من خلاله إلى البحر وعليه فان ارتفاع قمع التصريف مسالة لها بعض الأهمية على النحو التالي:




1- الارتفاع الموجود والذي يقوم بجمع أكبر كمية من المياه خلف بحيرة السد ولكن في نفس الوقت سوف يغمر المنسوب التبطيني المقترح للبحيرة بحوالي 10 متر، وهي مسالة تتعلق بقوة تحمل السد لهذه الضغوط والأوزان بسبب ارتفاع المياه ببحيرة السد.
2- كان هناك مقترح لتفادي المشاكل المذكورة وهو تقليل ارتفاع القمع بحوالي 50 سم أسفل اعلي نقطة في التبطين (32.00 متر) والقبول بالكمية المحتجزة الجديدة.
3- بغض النظر عن مستوي القمع فانه من الضروري تنظيف الوادي من جميع الترسيبات ومخلفات الفيضانات السابقة عند الجسر الأخير الواقع قبل البحر حتى يتسنى للمياه بالتدفق والانسياب إلى البحر بكل سهولة ويسر، وقد يكون من المجدي إنشاء هدار قبل الجسر (بوبيضة، 2000).

أسباب انهيار السدود:

لقد ذكر موقع (ليبيا ابزورفر، 2023) أن السلطات الليبية أكدت "أن الأدلة أثبتت وجود إهمال في صيانة سدي درنة وإهمال مقترحات إنشاء سد ثالث وفقًا للتحقيقات وبرامج المحاكاة". ولفتت السلطات الليبية إلى أنه كان بالإمكان تفادي كارثة انهيار سدي درنة صورة 7و8، إذا تم تنفيذ مقترحات الصيانة والسد الثالث المقدمة منذ عام 2003. وبيّنت أن مكتب استشاري سويسري أوصى بإدخال تعديلات وصيانات على السدين منذ العام 2003، مشيرة إلى أنه بعد المراجعة والتحقيق اكتشف أن الشركة السويسرية نصحت بإجراء تعديلات على السدين قبل 20 سنة ولكن لم يجر الأخذ بها مما يعني أنه كان يمكن تلافي الكارثة. وأضافت الي "أن عدم وجود منظومة إنذار في السدين وإهمال عمليات تنظيف الفتحات العلوية وإهمال الصيانة الدورية ساهم في حدوث الكارثة". وأشارت إلى أن كمية الأمطار بلغت 68 مليون متر مكعب وهو ما فاق قدرة سد الوادي الاستيعابية بـ 3 أضعاف وأدى إلى انهياره. وأكدت أن نظام التصريف في الوادي لا يعمل بالصورة التصميمية لتراكم الطمي منذ عام دون أي صيانة، وأنه تم رصد تشققات في سدي "البلاد" و "بومنصور" اللذين شهدا تسربات كبيرة للمياه فيهما ورصد تحرك طبقة الركام الحجري بهما ما دل على ضعف بنيتهما. وفي دراسة للباحث عاشور (2022)، حيث تم تقدير متوسط حجم الجريان السطحي السنوي لحوض وادي درنة، خلال فترة الرصد بين العامين 1960 و2000، إذ بلغ 138.51 مليون متر مكعب، كما بلغ متوسط هطول الأمطار 145.7




- 64.14 ملم من خلال تقدير حجم الجريان السطحي لعاصفتين مطريتين بفيضاني 1945 – 1986م، على التوالي. حيث بلغ حجم الجريان السطحي الناتج عن فيضان 1945 حوالي 53.36ملم، أي ما نسبته 40% من حجم الجريان السطحي السنوي، بينما بلغ خلال فيضان العام 1986، حوالي14.8 مليون متر مكعب من المياه، حيث خلص الباحث الي ان المنطقة معرضة لخطر الفيضانات، ويجب اتخاذ الإجراءات من أجل صيانة السدود، وكذلك أيجاد وسائل لزيادة الغطاء النباتي لمنع انجراف التربة.

صورة (7) سد بو منصور الركامي بوادي درنه بعد الانهيار.



صورة (8) سد البلاد بوادي درنه بعد الانهيار.



الأثار البيئية لفيضان وادي درنة المدمر:

تتأثر البيئة بشكل كبير جراء الفيضانات والسيول وذلك لأنها تسبب تغيرات جذرية في البيئة الطبيعية، كما أن الكوارث الناتجة عن الفيضانات والسيول التي تجتاح المدن لها العديد من التبعات على البيئة والصحة العامة. وحسب (صحيفة الشرق الأوسط، 2024) "انه لا يمكن أن تُعزى جميع أحداث تساقط الأمطار الغزيرة إلى التغيُّرات المناخية، إذ إن عوامل أخرى، كالتقلُّبات الطبيعية والتغيُّرات في استخدامات الأراضي، قد تلعب دوراً كبيراً، لكن تقرير التقييم السادس الصادر عن الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغيُّر المناخ يخلص إلى أن زيادة تواتر وشدّة هطول الأمطار الغزيرة في معظم مناطق العالم ترتبط بالنشاط البشري المسبب لتغيُّر المناخ. ويتوقّع التقرير أن يصبح هطول الأمطار الغزيرة أكثر تواتراً وشدّة مع زيادة الاحترار".

أثار الفيضان على الأمداد المائي وتلوث المياه:

أصبحت القضايا المتعلقة بإدارة الموارد المائية والأمداد المائي تكتسب أهمية متزايدة في معظم دول العالم في الآونة الأخيرة، وتُعد ليبيا هي الدولة العشرين ضمن تصنيف الدول الأكثر تضرراً من نقص المياه على مستوى العالم، الأمر الذي نتج عنه أعباء كبيرة ومتزايدة على الجهات المعنية بإمداد المياه، وتنمية المصادر التقليدية والغير تقليدية للمياه بالكمية والنوعية اللازمتين للاستعمالات المختلفة، ومكافحة ضياع المياه وتسربها وهدرها، إضافة إلى تلويثها وتعرضها لتداخل مياه البحر. أيضا ما يترتب علي الزيادة السكانية من مشاكل بيئية فكلما ارتفع عدد السكان وتعددت الأنشطة البشرية وازدادت كثافتها، تراكم المزيد من المخلفات البشرية في المحيط البيئي مما يؤدي بالتالي إلى تلوث المصادر المائية وتدهور نوعيتها، ومن هذه الملوثات علي سبيل المثال لا الحصر مياه المجاري والكيماويات الزراعية ومحسنات التربة والمبيدات الحشرية المستخدمة علي نطاق واسع في الأغراض الزراعية، إضافة إلى مخلفات المصانع وأكوام القمامة التي تلقي بشكل عشوائي بالقرب من المصادر المائية الجوفية والسطحية القريبة من المجمعات البشرية، نتج عنه تعرض تلك المصادر إلى العديد من حالات التلوث بهذه المخلفات. وإذا ما نظرنا إلى الموارد والمصادر المائية المتاحة التي تغذي مدينة درنه بالمياه قبل كارثة فيضان وادي درنة المدمر، سواء تلك المستخدمة للشرب أو للأغراض الزراعية نجد أنها تتألف من المياه الجوفية في معظمها، فهي تمثل ثلثي الموارد المائية المتاحة





لأغراض الشرب وأكثر من ذلك للأغراض الزراعية، إضافة لمياه العيون، ومحطات تحلية مياه البحر، لسد العجز في كميات المياه. وإذا تطرقنا إلى أسباب الأزمة المائية الحالية التي تواجه مدينة درنة وحجم الآثار الناجمة عن كارثة فيضان وادي درنة، والتي قد تزداد حدتها مع قادم الأيام، سنجد أن أهم تلك الأسباب تتلخص في دمار واسع لشبكات توزيع المياه (المهترئة) بالمناطق المتضررة ومحدودية كميات المياه العذبة الممكن توفرها على المدى القريب والبعيد، إضافة لتلوث معظم المصادر المائية وتدهور نوعيتها، من خلال تدمير شبكات الصرف الصحي، وتراكم المزيد من المخلفات البشرية.

صورة (9) التلوث بمياه الصرف الصحي نتيجة انهيار شبكات التصريف.





إن حجم الآثار البيئية الناجمة عن الكارثة تعتبر خطيرة، خصوصا اختلاط مياه الصرف الصحي والطمي والشوائب والمواد الكيميائية الضارة بالمياه الجوفية ومياه التحلية، فمن خلال تدمير شبكات الصرف الصحي صورة 9، في المناطق المتضررة تزداد الفرص في تلوث مياه الشرب بمياه الصرف الصحي الناتجة عن المسببات البكتيرية والفيروسية والطفيلية وغيرها.

صورة (10) انتشار المستنقعات نتيجة انهيار شبكات التصريف واختلاطها بالمياه وتسربها للمياه الجوفية





حيث تمثل المستنقعات صورة 10، الناتجة عن كارثة فيضان وادي درنة المدمر خصوصا مع قدوم الشتاء بيئة خصبة لتكاثر البعوض، ما يؤدي إلى نشر الأمراض والكثير من الأوبئة، كذلك خطر انتشار الأوبئة الناجمة عن نفوق الاف الحيوانات كالكلاب والقطط والأغنام وغيرها. تدمير الاف المحلات التجارية كمحلات مواد التنظيف والمواد البيطرية والمبيدات والأسمدة والمواد الكيميائية والأدوية بعد أن داهمتها السيول وأخرجت مخزونها، فأن أثارها أصبحت خطيرة جدا على المياه والتربة والهواء.

صورة (11) تراكم الاف الاطنان من الطمي والرمال داخل المنازل، وتلوث الهواء داخل المدينة



تلوث الهواء الناتج من أثارة الأتربة والغبار من خلال نقل الاف الأطنان من الطمي والرمال التي غطت الأحياء، صورة 11، أذ نتج عنة كميات هائلة من الغبار والجسيمات العالقة في الهواء المترتب عليه الإصابة بالسكتات الدماغية، وأمراض القلب، وسرطان الرئة، وأمراض الجهاز التنفسي المزمنة والحادة.

صورة (12) أكوام المركبات التي جرفتها السيول والاف الأطنان من بقايا ركام المباني جراء الفيضان









ان الكوارث الطبيعية كالفيضانات ينتج عنها كميات ضخمة من النفايات الصلبة في تلك الدول وتعيق إعادة الأعمار بالإضافة لأضرارها الكبيرة للبيئة والتي ربما تكون تأثيراتها مضره على المدى الطويل ولعدة عقود. هذه النفايات لها تأثيرات صحية ضارة على الأهالي نتيجة تراكمها في الشوارع واحتوائها على نفايات خطرة كثيرة، كالتي تنتج من دمار المصانع والمعامل وورش الصيانة، وبقايا الوقود والزيوت والشحوم التي بداخل اكوام الاف المركبات التي جرفتها السيول، وأيضا مخاطر انهيار المباني الغير مستقرة التي ربما تحدث بعد انتهاء الكارثة صورة 12، وقدرت مصلحة الطرق والجسور بوزارة المواصلات بحكومة الوحدة الوطنية، رسميا، نسبة الأضرار التي لحقت بالبنية التحتية في المناطق المنكوبة شرق البلاد بنحو 70%، مشيرة إلى انهيار 11 جسرا جراء السيول، منها اثنان يربطان درنة بمدينتي سوسة والقبة صورة 13، و6 أخرى داخل درنة، و3 جسور في الطريق الممتد بين مدينتي شحات وسوسة. ونشرت منصة "حكومتنا" (حكومية) تقريرا "مبدئيا" لجهاز مشروعات الإسكان والمرافق بحكومة الوحدة الليبية جاء فيه أن "عدد المنازل المتضررة نتيجة السيول والانجرافات في المناطق المنكوبة بالجبل الأخضر يقدر بحوالي 5 آلاف منزل"، وهو عدد كبير في ليبيا بالنسبة للتقارير التي تشير إلى وجود 6 آلاف منزل في درنة ("فيضانات درنة"، 2023).

صورة (13). انهيار الجسور بمنطقة وادي الناقة، التي تربط المدينة بالمناطق الأخرى



تدمير الغطاء النباتي وانجراف التربة الزراعية وفقدان التنوع الحيوي:

تنطوي عمليات تدهور الأراضي على انخفاض في كمية وتنوع النباتات الطبيعية، لا سيما في المناطق القاحلة وشبه القاحلة في البحر الأبيض المتوسط (Sommer, 2003;

(Schreiber et al., 2008. وفي ليبيا، كما هو الحال في معظم البلدان الأفريقية الأخرى، أدت الحرائق، والزراعة، والرعي الجائر، وجمع الحطب، والتوسع الحضري، والزحف القروي إلى إلحاق أضرار جسيمة بالنباتات الطبيعية والتنوع البيولوجي (Brooks, 2006; Mercuri, 2008; Commission of the Evaluation of Vegetation, 2005). في المقابل، بعض الظواهر الطبيعية قد تتسبب في حدوث احتلال في التنوع البيولوجي في البيئة ومن هذه الظواهر البراكين والزلازل والعواصف والفيضانات. فمن المعروف ان منطقة وادي درنة بها تنوع حيوي صورة 14، فهي غنية بالنباتات العطرية والطبية، ومن النباتات المعروفة في وادي درنة الدفلة، الأقحوان، الكليل، الحرمل، الزعتر البري، الروبيا، الزهيرة، الجعدة، الدرياس، الشيح، طعمة الأرنب والخشخاش وعكوز موسي وغيرها (الجميلي، 2008)، بالإضافة لعدد من أشجار الكافور والخروب والبلوط والزيتون البري وأشجار الفاكهة مثل الرمان والعنب والمشمش، هذه المنطقة البيئية الهامة قد انهارت تماما، وفقدت كل النباتات وكذلك فقدت كامل تربتها صورة 15، بسبب الفيضان السيلي وبفعل الأمطار الغزيرة والتي سببت في انهيار السدود. حيث أن شدة هطول الأمطار وعدم انتظامه يؤدي إلى جريان المياه بسرعة، وبالتالي تآكل التربة (Nwer, 2005)، كما يؤدي تآكل التربة بفعل الجريان السطحي للمياه إلى فقدان التربة السطحية وبالتالي انخفاض عمق التربة (Denti, 2004)، حيث يساعد الغطاء النباتي في منع عمليات تآكل التربة بفعل الجريان السيلي (Costanza et al., 1997).

صورة (14) الغطاء النباتي قبل انهيار سد بو منصور.








وحيث أن أراضي الجبل الأخضر تعتبر من قبل الصندوق الدولي لحفظ الموارد الطبيعية واحدة من النظم الإيكولوجية الحرجة والتي تتأثر بالعوامل الطبيعية غير المواتية في ليبيا (الزني ،1986). لذا فأن برامج التشجير وحفظ التربة بسفوح الوادي وروافده في غاية الأهمية ولابد أن يستمر دوريا وذلك للتقليل من معدلات انجراف التربة ونحرها والحماية من الترسيبات ومخلفات الفيضانات الموسمية القادمة، ولن يتأتى ذلك إلا عن طريق الاستمرار في إنشاء المصاطب الكنتورية وزراعتها والتوسع في إنشاء السدود. وعلى هذا الأساس، فإن مثل هذه المخططات والأنشطة المنفذة، لا سيما في الجبل الأخضر، تهدف أيضًا إلى الحفاظ على البيئة وحمايتها والحفاظ على الموارد الطبيعية، إلى جانب تنفيذ تدابير الحفاظ على التربة من خلال إنشاء مشاريع تشجير في المناطق الجبلية والوديان لمكافحة تآكل التربة وخاصة عن طريق الجريان السطحي (National Committee to Combat Desertification, 1999).


صورة (15). مجري وادي درنة وقد فقدت كل النباتات وكذلك، كامل تربتها.



كذلك يمكن للغابات المشجرة أن تعمل على تنظيم المناخ، وتوفير الحماية من تأثير المطر، وتقليل الجريان السطحي، وكذلك حفظ التنوع الحيوي (Dyck, 2003; Halldórsson et al., 2008). حيث أن التنوع الحيوي في ليبيا يعد فقيرا نسبيا، أذ توجد عدد من الأخطار التي تهدد التنوع الحيوي في ليبيا منها تدهور الغطاء النباتي، التلوث، الجفاف، تدمير المواطن (الهيئة العامة للبيئة 2010). كما ان تدهور الغطاء النباتي يرافقه

باستمرار تدهور مواز للتربة، اذ أن تقلص الغطاء النباتي والتغير الذي يطرأ على الأنواع النباتية المكونة للمجتمعات النباتية، يؤديان الي تعرية التربة عن طريق الانجراف المطري وإلى زوال المادة العضوية، فتنخفض تدريجياً من جراء ذلك قدرة التربة على الإنتاج (الصالحي والغريري 2004).

الإجراءات الضرورية لمواجهة الفيضانات:

إن مدينة درنة تعرضت بصورة متكررة لخطر السيول والفيضانات بسبب موقعها الجغرافي والتوسع السكاني في مجري الوادي على حساب مجرى السيول، وازالة الغطاء النباتي الطبيعي. أن مواجهة الفيضانات والاستعداد المبكر هو الأجراء الأمثل لمجابهة الكوارث، حيث تتطلب استراتيجيات متعددة للتخفيف من تأثيرها على المجتمع والبنية التحتية، من خلال انشاء غرفة طواري مركزية دائمة تقوم بإدارة مثل هذه الأزمات ووضع استراتيجية متكاملة تضمن الحد من تداعيات هذه الكوارث (أبراهيم، 2028). ومن خلال التجارب السابقة لعض الدول التي تعرضت لأزمات مشابهة، وكذلك من دراسة الأثار التي نتجت عن فيضان درنة، يمكن التوصل لمجموعة توصيات من أهمها:

1. اعداد المجتمع وتهيئته للتعامل مع حالات الطواري، والاستعداد المبكر للكوارث، وتوعية السكان بأهمية التجهيز والتصرف أثناء الفيضانات المفاجئة، والتوجيهات حول كيفية البقاء آمنين والتعامل مع الظروف المتغيرة والطارئة.
2. ضرورة استخدام كل ما توصل اليه العلم من التقنيات الحديثة، لحماية الأرواح والممتلكات، كاستخدام تكنولوجيا المعلومات وأنظمة تحليل البيانات وأجهزة الإنذار المبكر والإشعارات بالرسائل والهواتف ووسائل الإعلام لنشر التحذيرات ولتوجيه أفضل القرارات والاستجابة للفيضانات، مما يساهم في تحذير السكان وتمكينهم من اتخاذ إجراءات ضرورية بالانتقال الي الأماكن العالية التي لا تصلها المياه.
3. تجنب كل ما يعيق مجاري الوديان من مخلفات، وبناء المباني والمنشآت في المناطق المنخفضة والمعرضة للفيضانات. وضرورة الاستعداد المبكر لمواسم الأمطار وفتح المصارف وازالة العوائق.
4. بناء السدود التعويقيه في مجاري الوديان، مما يقلل من تأثير الفيضانات والسيول، ويحمي المناطق السكنية والبنية التحتية.

5. تشجيع زراعة الأشجار والنباتات في المناطق المعرضة للفيضانات يمكن أن يساعد في تقليل سرعة التدفقات العالية للمياه، وفي امتصاص المياه وتقليل التآكل وتحسين جودة التربة.

المصادر والمراجع:

– براهيم، فتحية محمد ويوسف، حسن محمد. (2018). دور هيئة الدفاع المدني في تخفيف حدة كوارث السيول والفيضانات بولاية الخرطوم، دراسة حالة قرية ودالعقلي، الخرطوم، جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا، معهد تنمية الاسرة والمجتمع. رسالة ماجستير.

– بوبيضه، اجويده ابوبكر. (2000). الجبل الأخضر المصادر والموارد المائية، بحث غير منشور.

– تقرير الأمم المتحدة. (1996). حالة السكان في العالم، صندوق الأمم المتحدة للسكان.

– المركز الوطني للأرصاد الجوية في ليبيا.(2023). https://www.lnmc.org.ly/demo/.

– شريف سيد صابر؛ سهام محمد هاشم؛ حسانين، محمد محمود (2018). كيفية إدارة الكارثة تطبيق أخطار السيول وطرق الوقاية منطقة سفاجا– مصر. مجلة العلوم البيئية. مجلد. 43، عدد 1.

– الهيئة العامة للبيئة. التقرير الوطني الرابع حول تنفيذ اتفاقية التنوع الحيوي. طرابلس. 2010).

– الجميلي، مشعل فياض، (2008). وادي درنة في صحراء الجماهيرية الليبية، دراسة هايدرومورفومترية. جامعة الأنبار، كلية التربية للبنات. المجلة العراقية لدراسات الصحراء. المجلد 1، العدد 2.

– فاروق، أحمد محمد. (2008). الكوارث الطبيعية. الخرطوم: معهد درء الكوارث ودراسات اللاجئين، جامعة افريقيا العالمية.

– موقع ليبيا اوبزورفر. ضحايا فيضانات درنة (2023). (يناير 03، 2024). تم الاسترداد من:
https://ar.libyaobserver.ly/article/26621#google_vignette

– الصالحي، وعبد العباس فضيخ الغريري، البيئة الصحراوية والشبه صحراوية، عمان الأردن 2004.

– الزنى، السنوسي عبد القادر (1986) أنواع الغابات والمراعي المعرضة للانقراض في ليبيا.

- الصغير محمد الغربي. السيول والفيضانات أكثر من نصف الكوارث الطبيعية في البلاد العربية (19/11/2019).

https://www.aljazeera.net/science/2019/11/19/%D8%A

- هيومن رايتس ووتش. خسائر في الأرواح نتيجة الاستجابة لفيضانات درنة، (2023/12/6). تم الاسترداد من مقع الجزيرة نت:

https://www.hrw.org/ar/news/2023/12/06/libya-derna-flood-response.

- صحيفة الشرق الأوسط. (2024/1/15). تم الاسترداد من موقع الجزيزة نت.

https://nabd.com/s/125190644452463/%D9%84%D8%A7%D9%8A%D9

- فيضانات درنة. أسوأ ملامح عام 2023 في ليبيا. (2023/12/25). تم الاسترداد من موقع الجزيزة نت:

https://www.aljazeera.net/news/2023/12/25/%D9%81%D9%8A%D8%B6

- Brooks N, (2006), Cultural responses to aridity in the Middle Holocene and increased social complexity. Quaternary International, 151: 29-49.

- Commission of the Evaluation of Vegetation (2005). Study of Aljabal Alakhdar's plant cover. Final report in Arabic. University of Omar Al mokhtar. El-Bieda. Libya.

- Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Farberk, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Shahid Naeem, I., O'Neill, R., Paruelo, J., Raskin, R., Sutton, P. and van den Belt, M. (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital. Nature 15: (387), 253-260.

- Denti, G.D. (2004). Developing a desertification indicator system for a small Mediterranean catchment: a case study from the Serra De Rodes, Alt Empordá, Catalunya, NE Spain. PhD thesis. University of Girona, Spain.

- Desert Links (2001). Combating desertification in Mediterranean Europe: linking science with stakeholders (2001-2005, EU funding). [Accessed 15 March 2010]. Available from: http://www.kcl.ac.uk/projects/desertlinks/

- Dyck, B. (2003). Benefits of planted forests: Social, ecological and economic. maximising the role of planted forests in sustainable forest management. UNFF Intersessional Experts Meeting on the Role of Planted Forests in Sustainable Forest Management. Wellington, New Zealand, March 2003.

- Mercuri, A. M. (2008). Human influence, plant landscape evolution and climate inferences from the archaeobotanical records of the Wadi Teshuinat area (Libyan Sahara). Journal of Arid Environments 72: 1950-1967.
- EL-Tatawi A.M. (2005). Climate change in Libya and desertification of Jifara Plain. PhD thesis. University of Johannes Gutenberg. Mainz, Germany.
- Halldórsson, G., Oddsdóttir, E.S. and Sigurðsson, B.D. (2008). AFFORNORD: Effects of afforestation on ecosystems, landscape and rural development. TemaNord 2008:562, Nordic Council of Ministers, Copenhagen
- Hidroprojekat, 1972. Wadi Derna Projekt: flood protection of Derna Town. Ministry of Agriculture, Libya.
- National Committee to Combat Desertification (1999). Summary of programmes to combat desertification in the Libyan Arab Jamahiriya (past, present and future), Availablefrom :http://www.unccd.int/cop/reports/africa/national/1999/LibyanarabJamahiriya eng.pdf.
- Nwer, B.A.B. (2005). The application of land evaluation technique in the north east of Libya. PhD thesis. University of Cranfield, UK.
- Schreiber, K.V., Harrison, J. and Sterk, G. (2008). Agrometeorological Aspects of Desertification. In: World Meteorological Organization Guide to Agricultural Meteorological Practices. Geneva: World Meteorological Organization. (WMO-No.134).
- Sommer, S. (2003). EU Research on Land Degradation. Soil and Waste Unit, Institute for Environment and Sustainability (IES), DG JRC, European Commission, Ispra, Italy.
- Xiao-Yan, L, Contreras, S., Solé-Benet, A. (2011). Controls of infiltration–runoff processes in Mediterranean karst rangelands in SE Spain. Catena 86: 98-109.

الوعي البيئي لدى سكان مدينة درنة بعد تعرضها للفيضان

أ . عبد الناصر محمد عبد السلام المسوري
محاضر بكلية الموارد الطبيعية وعلوم البيئة جامعة درنة
A.Almaswri@uod.edu.ly

د . عصام سالم امراجع الميهوب
محاضر بكلية الموارد الطبيعية وعلوم البيئة جامعة درنة
Myhob76@gmail.com

الملخص:

هدفت الدراسة إلى الكشف عن مستوى الوعي البيئي لسكان مدينة درنة، بعد تعرضها للفيضان الذي اجتاح المدينة في سبتمبر 2023، والذي خلف أضراراً بشريةً، واقتصاديةً، وبيئيةً، كبيرةً جداً، وذلك للتعرف على مستوى الوعي البيئي، ومدى تأثره بالفيضان، واعتمدت الدراسة في جمع البيانات استبيان مكونة من ثلاث محاور: (القيم – الاتجاهات – السلوك) وزعت على عينة عشوائية طبقية قدرها (300 شخص) وذلك وفقاً لمكان سكنهم، وحسب مدى تأثرهم بالفيضان، وأظهرت نتائج الدراسة أن الوزن النسبي للوعي البيئي في منطقة الدارسة، كان كالتالي: (75% و65% و 84 %) للمحاور الثلاثة توالياً (القيم– الاتجاهات – السلوك)، وأن المستوى العام للوعي البيئي كان (72%)، وهذا يشير إلى تدني مستوى الوعي البيئي لدى عينة الدراسة.

الكلمات المفتاحية: الوعي البيئي . التغيرات المناخية . فيضان مدينة درنة .

Environmental awareness among residents of the Derna city after the flood

Abdulnasir, M, A, Almaswri **Esam, S, A, Elmayhob**
Lecturer at Faculty of Natural Resources and Environmental Sciences University of Derna
A.Almaswri@uod.edu.ly *Myhob76@gmail.com*

Abstract

The study aimed to reveal the level of environmental awareness of the residents of the city of Derna after it was hit by a devastating flood that swept the city In September 2023, which caused great human, economic, and environmental damage. To identify the level of environmental awareness and its impact on the flood, The study relied on a questionnaire consisting of three axes: (values, trends, behavior) distributed to a stratified random sample of (300 people), according to their place of residence, and according to their level of exposure to the flood. The results of the study showed that the relative value of environmental awareness in the study area was as follows: (75%, 65%, and 84%) for the three axes respectively (values, trends, behavior), and the general level of environmental awareness was (72%), which indicates a low level of environmental awareness among the study sample

Keywords : Environmental awareness, climate change, Derna flood

مقدمة:

إن الحد من مخاطر الكوارث قضية سياسية ذات أهمية متزايدة، خاصةً في البلدان النامية التي تعاني من معظم الخسائر البشرية، والاقتصادية، والبيئية العالمية، المرتبطة بالكوارث، ويمكن للوعي العام والمواقف؛ أن تساعد في الحد من مخاطر الكوارث، وجهود إدارتها نحو الحد من الوفيات والخسائر(القحطاني، و أبوبكر، 2020)، وتركز الكثير من الدراسات والبحوث والمؤتمرات وغيرها من الأنشطة على الأضرار التي تقع على البيئة بكافة مكوناتها، وبالتالي على الإنسان وحياته وصحته وسلامته، وقد لا نجد بحوثاً ودراسات بشكلٍ كافٍ تتعرض لجانب الوعي البيئي وتأثيره الخطير على البيئة، خصوصاً إذا ما علمنا غياب الوعي أو تدني مستواه خصوصاً لدى متخذي القرار؛ يؤدي إلى كوارث ومشاكل قد يصعب حلها ومعالجتها، ومن ناحية أخرى فالأمر في غاية التعقيد وذلك لأن الوعي البيئي – في بعض الأحيان – لا يتضمن سلوكاً إيجابياً تجاه البيئة، فالسلوك السلبي يحدث عادةً بطريقتين، الأولى: بسبب غياب الوعي الكافي أو تدنيه بالمخاطر البيئية، والثاني: يحدث مع وجود الوعي الكافي للأسف، إذ أن هناك بعض الأفراد على مستوى كافٍ بالأخطار والمعضلات البيئية، إلا أن سلوكهم تجاه بيئتهم سلوكاً ضاراً مثلهم في ذلك مثل المدخنين، فهم يعون جيداً خطورة التدخين وأضراره الصحية وتكاليفه المادية، ومع ذلك يستمرون في إيذاء أنفسهم ومن حولهم (المسوري وآخرون، 2023، ص433)، وهذا الأمر مع الأسف الشديد جعل من مشاكل البيئة تتفاقم، فغياب الوعي الكافي مشكلة كبيرة، ووجوده وعدم انعكاسه على سلوك الأفراد مشكلة قد تكون أكبر بسبب وجود المعارف وسلوك غير متزن، ومع ذلك، فإن وجود الوعي وتعزيزه لدى المجتمع عامةً، ولدى متخذي القرار خاصةً دوراً هاماً حياة الجيل الحالي والأجيال القادمة، وسينعكس إيجاباً مع الوقت ذاته على البيئة، كما إن الوعي البيئي وحده ليس قوياً بما يكفي للتنبؤ بأداء السلوك نحو الحفاظ على البيئة وحمايتها (Klockner, 2013, p23).

أن مواجهة مشكلات البيئة على الرغم من كبر حجمها يعتمد بشكل كبير على سلوك الفرد، ومدى ثقافته، ووعيه، في التعامل مع البيئة، وقضاياها، ذلك أن حماية البيئة، والعناية بها كبعد من أبعاد التنمية المستدامة مهمة ترتبط ارتباطاً وثيقاً بوعي الإنسان وثقافته البيئية، وهذا من منطلق أن الثقافة هي وسيلة التغيير والتطور في أي مجتمع كان، حيث تهتم

الثقافة البيئية بإعداد الفرد للقيام بدوره في مواكبة التحديات البيئية، ليصبح أكثر مشاركةً في مواجهة مشكلاتها وإيجاداً لحلول تتصف بالإيجابية (سميشي، 2019، ص12)، ويعمل الوعى البيئي على مواجهة الأخطار البيئية الطبيعية، فالاستعداد النفسي يساعد على مواجهة الأخطار، ومعالجة المواقف، واتخاذ القرار السليم، بهدف التقليل من المخاطر، كما يعمل الوعى البيئي على تزويد الأفراد بالاتجاهات، والقيم الإيجابية لتنمية المهارات الاجتماعية، للتغلب على المشكلات البيئية، والاجتماعية، كما يعمل الوعى البيئي على تحسين مستوى المعيشة، الذى ينعكس إيجابياً على قضايا البيئة، ومعدلات استهلاك الموارد الطبيعية، والعمل على مواجهة المخاطر والتحديات البيئية (بغدادي، 2013، ص903)، ويُعد الوعي البيئي من العوامل المهمة للتنمية المستدامة، فكلما زاد الوعي البيئي لدى الأفراد، زادت احتمالية اتخاذهم لإجراءات إيجابية للتصدي للقضايا البيئية (Hammadi, 2015, p213).

مشكلة الدراسة:

تكمن مشكلة الدراسة في غياب بيانات واضحة عن مستوى الوعي البيئي لسكان منطقة الدراسة قبل الفيضان وبعده، وغياب البيانات والمعلومات يُعد مشكلة تحتاج إلى دراسة وتحليل للوقوف على نتائجها وفهم لواقع الحال وتحدياته، فقد يكون العدد المرتفع الذي وقع من الضحايا والحجم الكبير من الأضرار هو نتيجة نقص الوعي أو غيابه بشكلٍ جزئيٍ أو كليٍ لدى السكان والمسئولين على حدٍ سواء .

أهمية الدراسة:

نظراً لعدم وجود دراسات تظهر مُستوى الوعيُ البيئيِ لدىَ سكانُ مَنطقة الدراسة قبل فيضان 2023، فإن دراسة قياس مستوى الوعي البيئي بعد تعرضها للفيضان، من الدراسات المهمة التي تسعى إلى التعرف على ما إذا كان للفيضان تأثير يذكر على مستوى الوعي البيئي للسكان، وبالتالي يمكن العمل على تحديد الفجوة بين الوعي البيئي الحالي والمستوى المطلوب، مع إمكانية وضع برامج وأنشطة توعية تهدف إلى نشر الوعي البيئي وتعزيز المسؤولية تجاه البيئة.

أهداف الدراسة: تهدف الدراسة إلى تحقيق الأهداف الآتية :

1- تهدف الدراسة إلى قياس مستوى الوعي البيئي لدى سكان منطقة الدراسة، وعلاقته ببعض المتغيرات .

2 – تسليط الضوء على دراسة الوعي البيئي وما ينتج عن تجاه البيئة .

فروض الدراسة:

تقوم الدراسة على الفرضيات الآتية:

1– هناك علاقة بين غياب الوعي البيئي الكافي لدى السكان ومتخذي القرار، وبين الكارثة وحجم الأضرار التي وقعت بمنطقة الدراسة .

2– هناك ارتفاع في مستوى الوعي البيئي بالمخاطر بعد تعرض سكان منطقة الدراسة للفيضان .

3– توجد علاقة بين فقد أحد أفراد الأسرة، والموافقة على قرار إعادة بناء سدود جديدة .

مواد وطرق الدراسة:

اعتمدت الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي وذلك لوصف موضوع الدراسة والعمل على تحليل بياناتها للوقوف على العلاقات مكوناتها المختلفة، وقد جمعت البيانات بطريقتين، الأولى: الجانب النظري وتم ذلك بالاستعانة بالدراسات السابقة والمراجع العلمية لتغطية الشق النظري، أما الطريقة الثانية فقد جمعت البيانات عبر أداة الاستبيان التي وزعت على عينة عشوائية طبقية حسب المناطق المتضررة بمدينة درنة، وقد استهدفت عدد 300 واحتوت الاستمارة على (16 سؤالاً) خصص خمسةٌ منها للبيانات الديموغرافية، وأحد عشر لبيانات الدراسة، ولتأكد من صدق أسئلة الاستمارة، فقد تم عرضها على مجموعة من المختصين في مجالي البيئة والعلوم السيكولوجية، وتم الاعتماد على مقياس ليكرت الثلاثي وهذا المقياس يعتمد الوزني النسبي حيث تكون النسب على النحو التالي: [غير موافق (ضعيف)، يتراوح ما بين: (33 – 55%)، والمتوسط والذي يشار له بالمحايد (متوسطة) ونسبته تتراوح ما بين: (56 – 76 %)، والموافق (العالي) يتراوح ما بين 77 – 100%]، تم تحليلها باستخدام برنامج (SPSS الاصدار 23) .

مجتمع الدراسة:

هم سكان مدينة درنة تم تقسيمهم أربع مجموعات وذلك حسب حجم الضرر الذي لحق بهم وفق مكان سكنهم على النحو الموضح في الشكل (1) وقد وزعت 75 استمارة لكل منطقة بإجمالي 300 استمارة، كان إجمالي العائد منها 234، والسليمة منها





200 استمارة.

منطقة الدراسة:

تمت الدراسة بمدينة درنة التي تقع على الساحل الشمالي الشرقي لليبيا، حيث تبعد عن مدينة بنغازي في اتجاه الشرق حوالي 300 كم، وعن حدود جمهورية مصر العربية حوالي 350 كم، وهي تمتد في شريط ضيق حيث يحدها من الشمال البحر الأبيض المتوسط، ومن الجنوب سلسلة من تلال الجبل الأخضر، ويشطر وادي درنة المدينة إلى شطرين شرقي وغربي، ويبلغ عدد سكانها حسب آخر تعداد رسمي حوالي (83857 نسمة) خلال عام 2006م، وتوجد بالمدينة مجموعة من الأحياء السكنية تتوزع على مستويين حسب الارتفاع وطبيعة الأرض، المستوى الأول وهو ما يعرف بالأحياء القديمة بمدينة درنة بُني جزءً منها قبل مئات السنين وفي جزئها الآخر نشأ مع التطور العمراني الذي شهدت البلاد عامة منذ الاستقلال 1952م.

شكل (1) الموقع الجغرافي لمنطقة الدراسة.



وهذه الأحياء تعرف بهذه الأسماء: (حي البلاد، حي المغار، حي الجبيلة، حي بومنصور)، وتتمتع هذه الأحياء بتربة زراعية خصبة وهي منخفضة في الارتفاع لا تتجاوز في بعض مناطقها العشرين متراً فوق سطح البحر، وتكون في أجزاء كبيرة منها منخفضة لا تتجاوز الخمسة أمتار ارتفاعاً عن سطح البحر وهي الموضح في شكل واحد باللونين الغامقين، أما الأحياء التي توجد في المستوى الثاني وهو الذي يرتفع عن مستوى سطح البحر

في حده الأدنى بما لا يقل عن 65 متراً، وهذه الأحياء هي: (حي السلام، باب شيحا، باب طبرق، الساحل الشرقي)، وهي حديثة نسبياً التي حيث شيدت خلال فترة الستينات والسبعينات وما بعدها من القرن الماضي، (النعاس، 2023) وتمت الدراسة خلال شهري ديسمبر 2023 ويناير 2024، وفيما يخص حدود الدراسة الموضوعية فقد تبنت الدراسة فكرة قياس مستوى الوعي البيئي لدى سكان منطقة الدراسة بعد تعرضهم للفيضان، وما إذا كان للفيضان أي تأثير على مستوى الوعي البيئي لدى سكان المدينة من خلال ثلاثة مكونات رئيسة لقياس الوعي البيئي وهي القيم والاتجاهات والسـلوك .

الوعي البيئي: الوعي البيئي يشير إلى الإدراك العام لمشاكل البيئة وأهمية الحفاظ عليها، وهو يشمل فهم قضايا البيئية المختلفة، مثل تغير المناخ، والتلوث، وفقدان التنوع البيولوجي، والقدرة على اتخاذ إجراءات للحد من هـذه المشكلات، ويُعد الوعي البيئي عنصراً أساسياً لتحقيق التنميـة المستـدامة.

القيم البيئية: هي معتقدات ومعارف أساسية حول أهمية البيئة وكيفية معاملتها، فهي تمثل ما نعتقده ونعتبره مهمًا وصحيحًا فيما يتعلق بالبيئة.

الاتجاهات البيئية: هي مواقفنا تجاه القضايا البيئية، فهي تمثل ما نفكر به ونشعر به فيما يتعلق بالبيئة.

السـلوك البيئي: هو أفعالنا التي تؤثر على البيئة، فـهو يمثل مـا نفعـله بالـفعل فيما يتعلق بالـبيئة.

وبشكلٍ عام، كلما كانت قيمنا البيئية أقوى؛ كلما زادت احتمالية إيجابية اتجاهاتنا البيئية وسلوكنا البيئي، فعلى سبيل المثال، إذا كان شخص ما يعتقد بقوة أن الطبيعة ذات قيمة أخلاقية، فمن المرجح أن يدعم السياسات البيئية ويختار خيارات نمط الحياة الصديقة للبيئة.

ومع ذلك، ليس بالضرورة أن يكون هناك ارتباطاً مباشراً بين القيم والاتجاهات والسلوك؛ وذلك بسبب تأثر مواقفنا وسلوكنا بعوامل أخرى، مثل العوامل، الاجتماعية، والاقتصادية، والشخصية، على سبيل المثال، قد يعتقد شخص ما أن حماية البيئة مهمة، لكنه قد لا يتمكن من اتخاذ إجراءات صديقة للبيئة بسبب الظروف الاقتصادية، ومن الأهمية بمكان فهم الفرق بين القيم والاتجاهات والسلوك البيئي عند دراسة الوعي البيئي، لأنها

تساعدنا ذلك في فهم أفضل للعوامل التي تؤثر على سلوكنا البيئي وتطوير استراتيجيات لتعزيز السلوك البيئي الإيجابي (Anderson, 2009, p15).

قياس الوعي البيئي: يمكن قياس الوعي البيئي من خلال مجموعة متنوعة من الأدوات، مثل: الاستبيانات، والمقابلات، وتحليل المحتوى.

الدراسات السابقة:

تناولت دراسة (المسوري وآخرون، 2023) قياس مستوى الوعي البيئي لدى أعضاء هيأة التدريس بجامعة درنة، وتوصلت الدراسة إلى أن هناك مستوً مرتفعاً من الوعي لدى أعضاء هيأة التدريس، بلغ متوسطه حوالي (75%)، لكنه وللأسف لم ينعكس على سلوك الكثير من أعضاء هيأة التدريس في الجامعة، وذلك من خلال المشاهدات اليومية داخل الحرم الجامعي .

وبينت دراسة (لشهب وآخرون، 2020) التي أجريت لقياس مستوى الوعي البيئي لأعضاء هيأة التدريس بكلية الآداب والعلوم جامعة بنغازي فرع المرج، أن مستوى الوعي البيئي لدى أعضاء هيأة التدريس بأقسام العلوم أفضل منه لدى أعضاء هيأة التدريس لأقسام الآداب، وعللت الدراسة ذلك لطبيعة التخصصات العلمية التي توفر معلومات حول البيئة ومكوناته.

أظهرت دراسة (العلوي وآخرون، 2021) التي تناولت قياس الوعي البيئي لمعلمي مادة الاجتماعيات بسلطنة عُمان، أن مكون السلوكيات البيئية جاء في المرتبة الأولى كأعلى متوسط بقيمة (88.7%) وبمستوً مرتفعاً، يليه مكون الاتجاهات البيئية بمتوسط (78.6%)، وبمستوً ايجابياً، ثم أخيراً جاء مكون القيم البيئة بنسبة (68%)، وهذا على عكس ما كان متوقع في فرضيات البحث التي تنص على أن للقيم النصيب الأكبر من الوعي البيئي.

وتوصلت دراسة (الخولي، 2017) التي تناولت الوعي البيئي والإدراك لدى الأسرة بإمارة أبو ظبي، إلى وجود فروق ذات دلالة إحصائية في متوسط إدراك الوعي البيئي والصحة الأسرية، وفقاً لمحل الإقامة، لصالح الأمهات اللتي يقمن داخل مدينة أبو ظبي، من اللاتي يقطن خارجها، كما بينت الدراسة إلى وجود فروق ذات دلالة إحصائية لصالح الأمهات اللتي تلقين دورات تدريبية في مجـال حماية البيئة والصحة الاسرية وكذلك شاركن في حمـلات

تطوعية لحماية البيئة.

وأظهرت دراسة (الفيل، 2023) أن عملية الوعي عملية عقلية، تزداد لدي الشخص نتيجة لقراءاته أو اتصاله بوسائل المعلومات المختلفة التي تثري من قدرته على استيعاب كثير من المشكلات التي من بينها ما تواجهه البيئة، وخاصةً أنها قضية الساعة، كما إن البيئة الاجتماعية المحيطة بالفرد لها دور في مساعدته على رفع وعيه البيئي، حيث أظهرت نتائج الدراسة أن أكثر من (50 %) من المبحوثين في فئة الوعي المرتفع كان نتيجة لوضع المجتمع الثقافي والاجتماعي المحيط به لقضية البيئة نصب عينيه وفي قلب اهتماماته، فينعكس إيجابياً علي وعي الأفراد، كما أظهرت الدراسة أن العيش في مناطق ذات مستوى اقتصادياً مرتفعاً وبه مؤسسات عامة كثيرة، قد ينعكس ذلك على مستوى انفتاح الشخص ثقافياً ؛ وبالتالي يرفع من وعيه البيئي .

أما دراسة (Klockner, 2013) فتشير إلى أن سلوك الأسرة هو أقوى مساهم إجمالي في استخدام الطاقة وانبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون في معظم البلدان المتقدمة، وعندما يؤخذ في الاعتبار استهلاك الطاقة المباشر، واستهلاك الطاقة غير المباشر، المتضمن في السلع والخدمات المستهلكة، ففي تحليل للبصمة الكربونية لـ 73 دولة، خلص هيرتويتش وبيترز (2009) إلى أن (72%) من جميع انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في جميع أنحاء العالم مرتبطة بالاستهلاك المنزلي مع الغذاء والمأوى والتنقل باعتبارها الفئات الفرعية الأكثر أهمية .

التعليق على الدراسات السابقة : من خلال الاطلاع على الدراسات السابقة فقد خلت جميعها من دراسة مستوى الوعي البيئي لدى سكان مدينة أو إقليم ما، باستثناء دراسة واحدة أجريت في قرى صغيرة في صعيد مصر، الأمر الذي لم يمكننا من التعرف على مستوى الوعي البيئي لدى المجتمعات بكافة مكوناتها ووظائفها وأعمارها، وكذلك جعلت من مهمتنا أصعب لعدم وجود دراسات يمكن الاقتداء بها والاستفادة منها بشكل أكثر من الدراسات النوعية لقياس مستوى الوعي البيئي، غير أن أغلب الدراسات اتفقت على أن لبرامج رفع مستوى الوعي البيئي ابتداءً من المنزل فالمؤسسات الحكومية كالمدارس والجامعات ومؤسسات المجتمع المدني دوراً هاماً في نشر وتعزيز الوعي البيئي لدى المجتمع .

النتائج والمناقشة:

كشفت نتائج الدراسة من خلال تحليل بيانات الجانب الديمغرافية فكانت النتائج كما موضحه في الجدول (1) على النحو الآتي:

جدول (1) البيانات الديمغرافية لعينة الدراسة.

البيان	النسب المئوية			
الفئة العمرية (سنة)	الفئة العمرية 40. 25	الفئة العمرية 55 . 41	الفئة العمرية 70 . 56	الفئة العمرية 85 . 71
	% 45	% 35	% 12	% 8
المؤهل العلمي	إعدادي	متوسط	جامعي	
	% 11	% 23	% 66	

المصدر: الجدول من إعداد الباحثان.

جدول (2) تابع البيانات الديمغرافية.

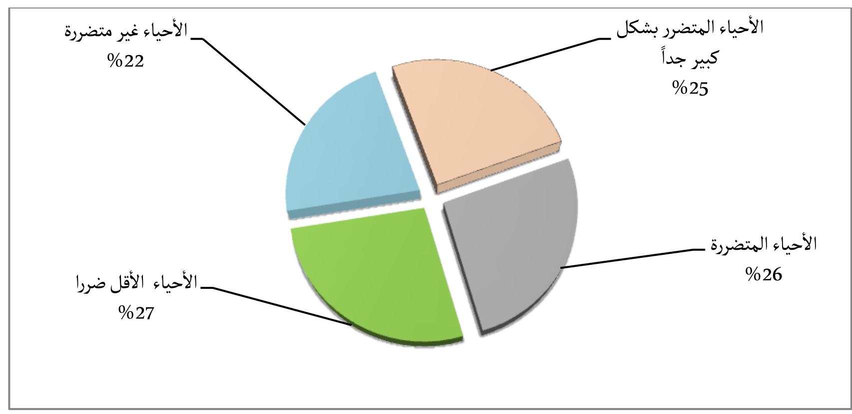
الجنس	ذكور	إناث
	% 58	**% 42**
هل فقدت أحد أفراد اسرتك	نعم	لا
	% 29	**71**

المصدر: الجدول من إعداد الباحثان.

من خلال الجدول (1) و(2) يتضح أن متوسط أعمار عينة الدراسة تتراوح كان ما بين (25 – 40) سنة، حيث شكلت ما نسبته (45%) بينما شكلت الفئة (41 – 55) حوالي (35%)، وشكلا معاً نسبة (80%) من عينة الدراسة، وكانت نسبة الذكور من العينة حوالي (58%)، وشكل المؤهل الجامعي نسبة (66%)، كما بينت الدراسة أن نسبة من فقدوا أحد أفراد أسرتهم حوالي (29 %) من عينة الدراسة، وقد تشير هذه النسبة إلى العدد الكبير من الضحايا الذي لحق بمنطقة الدراسة خصوصاً في الأحياء شديدة الضرر والأحياء المتضررة، علماً أن الدراسة شملت كافة أحياء المدينة كما موضح بالشكل (2)، ومنه نلاحظ توزيع عينة الدراسة حسب مكان سكناهم بحسب حجم الضرر الذي لحق بهم، علماً أن المناطق التي يشار لها بالمناطق ذات الضرر الشديد هي المناطق التي تعرضت للهدم، والانجراف، ودمار وأضرار كبيرة جراء الفيضان، مثل المناطق الواقعة على

ضفتي الوادي، وبالقرب منه، أما المناطق المتضررة، فيقصد بها المناطق التي تعرضت لفيضان تجاوز مستواه الدور الأرضي من المساكن، وهذه الأماكن التي تمتد من المناطق التي تبقت من ضفتي الوادي حتى مسافة تقدر بحوالي: 1800متر تقريباً شرقاً وغرباً، أما المناطق الأقل ضرراً فهي التي لم يتجاوز فيها مستوى الفيضان الدور الأرضي من المساكن، وتمتاز بارتفاع سطحها نسبياً، عن المناطق سابقة الذكر، مثل حي المغار من جهة الجنوب وحي الجبيلة من جهة الشمال، وجزءاً من منطقة باطن بومنصور المتاخمة لمسجد الصحابة من جهة الجنوب، وبعض المناطق المتفرقة من المدينة من جهة الغرب والشمال الغربي، أما عن الأحياء غير المتضررة فقد تمثلت في حي شعبية غازي بحي الجبيلة المقابل لمقر مفوضية الكشاف، وحي المغار في جزئه الجنوبي، وحي باب شيحا وحي السلام وباب طبرق والساحل الشرقي، فهذه الأحياء تقع في مستوى مرتفع لم تتعرض للفيضان، مع العلم أن مستوى الفيضان بلغ أقصى ارتفاع له داخل المدينة قرب مدرسة الرشيد بحي المغار من جهة الجنوب الشرقي المحاذية لمجرى الوادي حيث بلغ ارتفاع مياه الفيضان حوالي: (40متر) حسب القياسات التي تم إجراؤها من قبل الباحثان.

شكل (2) مكان الإقامة لعينة الدراسة.



يتضح من الجدول (3) أن المتوسطات الحسابية لفقرات محور القيم قد تراوحت ما بين: (1.90- 2.79) بانحرافات معيارية تراوحت ما بين: (0.53-0.96)، وجاءت في المرتبة الأولى الفقرة الثانية التي تشير إلى سبب حدوث الفيضان وارتفاع عدد الضحايا، بمتوسط بلغ: (2.79) وانحراف معياري (0.53) ووزن نسبي (93%)، وهذا يشير إلى أن




أغلب عينة الدراسة ترى أن سوء الإدارة والإهمال قد ساهمت في ارتفاع عدد الضحايا، وزيادة حجم الأضرار، التي لحقت بمنطقة الدراسة، وهذا الاعتقاد تأكـد من خلال النتائج التي توصل إليـها مكتب النائب العام في ليبيا بعد التحقيقات التي قام بها، ونشرها على صفحة المكتب على موقع الفيسبوك، وعبر وسائل الأعلام المختلفة، بتاريخ 01/05 /2024 مشيراً إلى أن الإهمال، وهدر الأموال العامة، كانا وراء الكارثة، وأن هناك تصدعات في جسم السدين، وكذلك تراكم للطمي في فتحات التصريف لسنوات عديدة، قد ساهمت فيما حدث، وأضاف أن جميع المسئولون عن السد منذ عام 2003 تطالهم المسؤولية عما حل بمنطقة الدراسة.

جدول (3) المتوسطات والانحرافات والأوزان النسبية لمحور القيم.

	السؤال	موافق	محايد	غير موافق	المتوسط المرجح	الانحراف المعياري	الوزن النسبي	درجة الأهمية	الرتبة
1	هل تعتقد أن فيضان مدينة درنة وما صاحبه من أضرار كان بسبب التغيرات المناخية	%43	%8	% 49	1.94	0.96	%64.6	محايد	3
2	هل تعتقد أن سوء الإدارة والتسيب والإهمال ساهم في ارتفاع عدد الضحايا وزيادة حجم الضرر الذي لحق بالمدينة	%85	%9	% 6	2.79	0.53	% 93	موافق	1
3	هل كانت لديك معلومات كافية عن التغيرات المناخية والكوارث التي من الممكن أن تنتج عنها قبل فيضان درنة	%29	%32	% 39	1.90	0.82	%63.3	محايد	4
4	هل تعتقد أن زيادة الوعي البيئي وتطبيق برامج التنمية المستدامة هي من الإجراءات التي يجب اتباعها لتجنب الكوارث	%55	%30	%15	2.40	0.37	% 80	موافق	2
	المتوسط العام لمحور الاتجاهات				2.25	0.38	% 75	محايد	–

المصدر: الجدول من إعداد الباحثان.

أما فيما يتعلق بالسؤال الأول الذي تطرق أن سبب الفيضان نتيجة التغيرات المناخية، تشير نتائج استطلاع رأي عينة الدراسة، إلى أن متوسط الحسابي لإجابة المبحوثين كانت (1.94) وانحراف معياري (0.96)، ووزن نسبي (64.6%) حيث تشير هذه النتيجة إلى أن عينة الدراسة لديهم وجهة نظر محايدة بشأن دور التغيرات المناخية على الفيضان، وما صاحبه من أضرار، وقد يعكس هذا الموقف التردد العام في قبول فكرة التغيرات المناخية كسبب للأحداث المناخية المتطرفة، ومع ذلك، فإن هناك نسبة معتبرة من السكان الذين يعتقدون أن التغيرات المناخية كانت السبب وراء الفيضان، وفي المجمل نجد أنفسنا أحياناً عاجزين عن تفسير بعض النتائج لكونها تحتاج مقارنة بدراسات سابقة، تناولت مواضيع مشابهة، لكي تكون للمقارنة قيمة تذكر يمكن الاستشهاد بها، ويعزز المعلومات ويفصل في بعض المقارنات، وأظهر السؤال الثالث في ذات المحور أن الوزني النسبي (63.3%) من عينة الدراسة تقع ضمن المستوى المحايد، أي أن معلوماتهم عن التغيرات المناخية غير ذات قيمة تذكر، وما قد تسببه من أضرار، وهذه النتيجة مقلقة لأن التغيرات المناخية هي مشكلة

خطيرة تهدد كوكبنا، ويمكن تفسير هذه النتيجة بعدة طرق، إحداها أن الناس ليسوا مهتمين بتغير المناخ، أو لا يعتقدون أنه مشكلة مهمة بالنسبة لهم، واحتمال آخر هو أن المعلومات حول المناخ وما لحق به من تغيرات غير متوفرة، أو يصعب الوصول إليها، وأياً كان السبب، فإن عدم كفاية المعلومات حول التغيرات المناخية، يمثل مشكلةً، ومن الأهمية بمكان أن يمتلك الناس معلومات كافية عن التغيرات المناخية، حتى يتمكنوا من اتخاذ قـرارات مستنيرة بشأن كيفية التصدي لـها، وقـد يشير هذا أيضاً إلى أن تدني هذا المستوى من ـ الوعي بالمخاطر البيئية ـ قد ساهم في تفاقم حجم الكارثة التي حلت بمنطقة الدراسة وهذا يتفق مع الفرض الأول للدراسة الذي ينص: أن هناك علاقة بين غياب الوعي البيئي الكافي لدى السكان ومتخذي، وبين حجم الأضرار التي وقعت بمنطقة الدراسة، فعلى الرغم من توفر المعلومات والتحذيرات عن قدوم العاصفة قبل الكارثة بوقتٍ مناسبٍ أكثر من أسبوع، إلا أنه لم تخطر ببال أحدٍ سواءً من المسئولين، أو السكان المحليين، أو حتى المختصين في مجال الأرصاد والمناخ؛ أن تهطل هذه الكمية الكبيرة من الأمطار، وتسبب كارثة بهذا الحجم، وقد بين التحليل الإحصائي إلى أنه هناك علاقة ذات دلالة إحصائية بين نسبة الوعي بمخاطر التغيرات المناخية، وبين متغير العمر لصالح الفئة العمرية (41 – 55)، ويمكن أن يعزى ذلك بعدة عوامل منها: الخبرة الحياتية :فهذه الفئة العمرية قد شهدت على مدى حياتها التغيرات المناخية التي حدثت في العالم، ومنها أيضاً: التنوع في وسائل الحصول على المعلومات من مصادر مختلفة وأبرزها وسائل التواصل الاجتماعي، فقد يوفر هذا التنوع والتعدد، معلومات مفيدة خصوصاً فيما يخص الظواهر الجوية، وذلك مع انتشارا التحذيرات المتعلقة بأحوال الطقس في كثير من الصفحات، وبينت النتائج أيضاً أن هناك علاقة ذات دلالة إحصائية بين متغير المؤهل العلمي، ونسبة الوعي لصالح فئة المستوى الجامعي، ويمكن أن يكون مرد ذلك لعدة عوامل منها: أن (66 %) من عينة الدراسة كانت من المؤهل الجامعي، والثاني فقد يكون نتيجة توسيع مدارك خريجو الجامعات، من خلال الدراسة والأنشطة البحثية، والمشاركة المجتمعية وخدمة البيئة، كما أن الخبرة الحياتية لهذه الفئة العمرية قد شهدت على مدى حياتها التغيرات المناخية التي حدثت في العالم، مثل ارتفاع درجات الحرارة، وزيادة وتيرة الظواهر الجوية المتطرفة، مما جعلها أكثر إدراكاً لمخاطر هذه التغيرات، ولتجنب الكوارث مرةً أخرى في منطقة الدراسة وغيرها – لا قدر الله – فقد بلغ المتوسط الحسابي حوالي (2.4)





وانحراف معياري (0.37) ووزن نسبي (80 %) من المبحوثين، يرون أن إتباع برامج التنمية المستدامة ونشر الوعي البيئي هي من ضمن الإجراءات التي يجب اتباعها وتنفيذها مستقبلاً، مع وجود علاقة ذات دلالة إحصائية لمتغير العمر لصالح الفئة العمرية (25 – 40سنة) وكذلك وجود علاقة ذات دلالة إحصائية لمتغير المؤهل العلمي لصالح المستوى الجامعي.

أما فيما خص نتائج تحليل المحور الثاني ألا وهو الاتجاهات والمكون من خمس أسئلة، والجدول التالي يوضح بياناته :

جدول (4) المتوسطات والانحرافات والأوزان النسبية لمحور الاتجاهات.

	السؤال	موافق	محايد	غير موافق	المتوسط المرجح	الانحراف المعياري	الوزن النسبي	درجة الأهمية	الرتبة
1	هل تشعر أن استجابة الجهات الحكومية كانت عند مستوى الكارثة في مدينة درنة خصوصاً في الأيام الأولى للكارثة	%24	%3	%73	1.51	0.85	%50.3	غير موافق	5
2	هل ترغب في مغادرة مدينة درنة بعد تعرضها للفيضان	%21	%10	%69	1.94	1.00	%6.64	محايد	3
3	هل تشعر أن السكان يمكنهم التقليل من أضرار الكوارث عن طريق زيادة وعيهم البيئي وحملات التوعية والتثقيف البيئي	%42	%26	%32	2.10	0.85	%70.0	محايد	2
4	هل توافق على إقامة سدود مرة أخرى على مجرى وادي درنة	%42	%7	%51	1.91	0.96	%6.63	محايد	4
5	هل اكتسبت معلومات عن المناخ والتغيرات المناخية وما قد تسببه من كوارث بعد تعرض مدينة درنة للفيضان	%50	%40	%10	2.30	0.61	%6.67	موافق	1
	المتوسط العام لمحور الاتجاهات				.951	370.	%65	محايد	–

المصدر: الجدول من إعداد الباحثان.

يتضح من الجدول (4) أن المتوسطات الحسابية لفقرات محور الاتجاهات قد تراوحت ما بين (1.51– 2.30) بانحرافات معيارية تراوحت ما بين (0.61–1.00)، ووزن نسبي متدني تراوح ما بين (50.3% ـ 76.6 %)، هذا وقد جاءت في المرتبة الأولى الفقرة الخامسة من الجدول التي تنص مدى على اكتساب معلومات عن المناخ والتغيرات المناخية بعد الفيضان، بمتوسط حسابي بلغ (2.30) وانحراف معياري (0.61) ووزن نسبي (76.6%) بدرجة أهمية موافق، وهو الأعلى بين أسئلة المحور، وربما مرجع ذلك إلى التغطية الإعلامية المحلية والدولية الكبيرة التي عقبت الفيضان، وما وفرته من معلومات حول البيئة والمناخ والتغيرات المناخية والكوارث وما تسببه من أضرار، فقد ركزت الكثير من وسائل الإعلام، والمؤسسات، على ما حل بمنطقة الدراسة، وإذا ما قارنا نتيجة هذا السؤال بنتيجة السؤال الثالث في الجدول (3) والذي ينص على امتلاك المبحوثين معلومات عن المناخ والتغيرات المناخية قبل الفيضان، وما قد يسببه من أضرار، والذي كان وزنه النسبي (63.3%) بدرجة محايد، فإننا نستنتج أن الدور الكبير الذي يلعبه الإعلام بجميع وسائله في تزويد السكان بالمعلومات، وهذا الدور ينبغي أن يخلق أثراً في وعي السكان وسلوكم، وفي جانب آخر فقد بينت النتائج أن (21%) من المبحوثين يفكرون في مغادرة منطقة الدراسة

جراء تعرضها للفيضان، وهذه النسبة إذا ما قورنت بنسب حجم العينة حسب مكان سكنهم، حيث أن المناطق المتضررة بشكل كبير وبشل أقل حوالي (50%) من حجم العينة، أي بمعنى أخر أن هناك علاقة ذات دلالة إحصائية بين مكان السكن وبين التفكير في مغادرة المدينة لصالح الأحياء المتضررة بشكل كبير والأحياء المتضررة.

ومن الجدول (4) يتضح لنا أن الوزن النسبي لـ (63.6%) من المستطلعين محايدين بشأن رأيهم في إقامة سدود جديدة على مجرى وادي درنة، وهذا قد يشير إلى أن هناك قدرًا من التردد بشأن جدوى إقامة السدود في منع وقوع الفيضانات في المستقبل، وبينت النتائج أن هناك علاقة ذات دلالة احصائية، بين عدم الموافقة على بناء سدود جديدة وبين مكان السكان، لصالح الأحياء المتضررة، فتجربة السكان للفيضان قد ولدت لدى جزءاً منهم شعوراً بعدم جدوى إقامة مثل هذه السدود بعدما تعرضوا له من أضرار جسيمة، في الأرواح، والأموال، وهذا يتفق مع الفرضية الثانية للدراسة التي تنص على: (وجود علاقة بين فقد أحد أفراد الأسرة، وبين عدم الموافقة على قرار إعادة بناء سدود جديدة)، كما بينت نتائج الدراسة من خلال الجدول السابق، إلى أن المتوسط الحسابي (2.10) وانحراف معياري (0.85) ووزن النسبي بلغ (70%) بدرجة محايدين بشأن قدرة السكان على التقليل من أضرار الكوارث عن طريق زيادة الوعي البيئي، وهذا يدل إلى أن هناك قدرًا من عدم اليقين بشأن مدى فاعلية حملات التوعية، والتثقيف البيئي، في الحد من مخاطر الكوارث، وهذا الأمر مخالف للواقع، فأغلب الدراسة التي تهتم بهذا المجال توصي بإجراء حملات توعية وتثقيف بيئي.

جدول (5) المتوسطات والانحرافات والأوزان النسبية لمحور السلوك.

	السؤال	موافق	محايد	غير موافق	المتوسط المرجح	الانحراف المعياري	الوزن النسبي	درجة الأهمية	الرتبة
1	هل تنوي التوقف عن الإضرار بالبيئة مثل رمي أكواب القهوة من نافذة سيارتك وغيرها من الممارسات اليومية غير المرشدة	%71	%20	% 9	2.43	72.0	%80.1	موافق	2
2	هل حدث تغير في سلوكك تجاه بيئتك بعد الفيضان كالمحافظة على المياه وترشيد استهلاك الكهرباء وغيرها	% 57	%29	%14	2.60	66.0	%86.6	موافق	1
	المتوسط العام لمحور السلوك				2.62	48.0	%0.48	موافق	–

المصدر: الجدول من إعداد الباحثتان.

وبالنظر للجدول السابق (5) السؤال الأول حيث تُعد هذه النتيجة إيجابية للغاية، فهي تشير إلى أن الوعي البيئي في منطقة الدراسة قد زاد بشكل ملحوظ بعد تعرضها للفيضان، وبينت النتائج أن معدل الأشخاص الذين ينوون التوقف عن الإضرار بالبيئة، من خلال تركهم لبعض الممارسات الضارة مرتفعاً بلغ متوسطه الحسابي (2.62) ووزن نسبي

(84%) وانحراف معياري بلغ (0.48)، ويمكن تفسير ذلك لأسباب عديدة، منها : أولاً: كان الفيضان بمثابة تذكيراً صارخاً بالمخاطر التي تواجهها البيئة، فقد ألحق الفيضان أضرارًا جسيمةً بمنطقة الدراسة، مما أدى إلى قتل وتشريد آلاف الأشخاص، وربما يكون السكان قد أدركوا أن سلوكهم اليومي يمكن أن يكون له تأثير على البيئة، ثانيًا: تم نشر العديد من الرسائل البيئية بعد الفيضان، فقد قامت الكثير من وسائل الإعلام والمؤسسات المحلية والدولية بنشر تقارير وأخبار ومعلومات حول المخاطر البيئية، ساهمت هذه الرسائل في زيادة الوعي البيئي لدى السكان، ثالثاً /قد يكون الفيضان ولد شعور بالوحدة لدى سكان منطقة الدراسة، حيث أدركوا أنهم بحاجة إلى العمل معاً من أجل حماية البيئة، وبالتالي ساهم هذا الشعور برغبتهم في الالتزام بحماية البيئة، وإبداء الرغبة في المحافظة عليها، وبالنظر إلى نتائج السؤال الثاني بمحور السلوك والذي ينص على: ما إذا كان هناك تغيير في سلوك السكان بعد الفيضان، فقد أظهرت النتائج أن المتوسط الحسابي هو(2.60) ووزنه النسبي (86.6 %) وانحرافه المعياري قدره (0.66) وهذه النتيجة تُعد مرتفعة جداً، تشير إلى حدوث تغيير في سلوك المبحوثين بُعيد الفيضان، ويمكن أن يكون للخوف من تكرار الفيضانات في المستقبل دفع السكان إلى اتخاذ خطوات إيجابية للحماية من هذه الكوارث، وكذلك يمكن أن يكون للشعور بالذنب تجاه البيئة، دور في شعر السكان بالمسؤولية عن حدوث الفيضانات بسبب سلوكياتهم غير المسؤولة، وقد أظهرت النتائج وجود علاقة ذات دلالة إحصائية بين نية التوقف عن إيذاء البيئة، وبين المؤهل العلمي لصالح المؤهل الجامعي، وكذلك مع الفئات العمرية لصالح الفئة العمرية الأولى (25 – 40 سنة)، وتشير نتائج هذا المحور إلى قبول الفرضية الثالثة للدراسة، التي تنص على: (هناك ارتفاع في مستوى الوعي البيئي بالمخاطر بعد تعرض سكان منطقة الدراسة للفيضان) .

جدول (6) محاور الدراسة مجتمعة القيم والاتجاهات والسلوك.

ر م	المحاور	المتوسط المرجح	الانحراف المعياري	الوزن النسبي	درجة الأهمية	الرتبة
1	القيم	2.25	0.38	%75	محايد	2
2	الاتجاهات	1.95	0.37	%65	محايد	3
3	السلوك	2.52	0.48	% 84	موافق	1
	المستوى العام لقياس مستوى الوعي البيئي لسكان منطقة الدراسة بعد الفيضان	2.16	0.25	%72	محايد	–

المصدر: الجدول من إعداد الباحثان.

لكي يكون هناك وعيٌ بيئيٌ، يجب أن يكون لدى الناس قيم بيئية قوية، هذه القيم يجب أن تدفعهم إلى اتخاذ اتجاهات ومواقف إيجابية تجاه البيئة، وفي النهاية، يجب أن تترجم هذه الاتجاهات إلى سلوكيات بيئية مستدامة، غير أننا لم نجد هذا السياق في نتائج الجدول (6)، حيث كانت قيمة السلوك هي الأعلى بين المحاور الثلاثة بمتوسط حسابي بلغ (2.52) وبوزن نسبي (84%) وانحراف معياري (0.48)، وهذا يعني أن سكان منطقة الدراسة، لديهم بالفعل بعض الوعي البيئي، حيث أنهم يتصرفون بطريقة تحمي البيئة، ومع ذلك، كانت الاتجاهات نحو البيئة متدنية بمتوسط حسابي (1.95)، ووزن نسبي (65%)، وانحراف معياري (0.37)، وهذا قد يعني أن سكان منطقة الدراسة لديهم مشاعر مختلطة أو سلبية تجاه البيئة، وهناك عدة أسباب محتملة لهذه النتيجة؛ أحدها أن السكان قد يرون أن السلوك البيئي هو أكثر أهمية من القيم والاتجاهات، فعلى سبيل المثال، قد يعتقدون أنه من المهم إعادة تدوير النفايات، حتى لو لم يؤمنوا حقًا بأهمية حماية البيئة، وسبب آخر محتمل هو أن سكان منطقة الدراسة قد يشعرون بالضعف تجاه البيئة، فهم يعتقدون أنهم لا يستطيعون فعل الكثير لتغيير الوضع، وآخر هذه الأسباب قد يكون بسبب الصدمة التي تعرضوا لها جراء ما حل بهم، فأصبحت هناك مشاعر مختلطة ومواقف متغيرة، بين ما يعتقدونه، وبين مواقفهم واتجاهاتهم، وبين سلوكهم، وهذه النتيجة تتفق مع توصلت له دراسة (العلوي وآخرون، 2021) المتعلقة بدراسة قياس الوعي البيئي لدى معلمي الدراسات الاجتماعية بسلطنة عُمان، حيث أظهرت دراستهم : " أن مكون السلوكيات البيئية جاء مرتفعاً في المرتبة الأولى كأعلى بوزن نسبي بلغ (88.7%) يليه مكون الاتجاهات البيئية بوزن نسبي بلغ (78.6).كما بينت نتائج الدراسة حيادية محور القيم حيث بلغ متوسطه (2.25) ووزنه النسبي (75%) وانحرافه المعياري (0.38).

بناءً على النتائج المذكورة أعلاه، فإن مستوى الوعي البيئي لسكان منطقة الدراسة بعد الفيضان هو في مستوى متدنٍ إن صح لنا القول، حيث بلغ متوسطه الحسابي (2.16) ووزنه النسبي بشكل عام (72%)و بانحراف معياري قدره (0.25) ما يشير إلى أن السكان لديهم بعض الوعي بالقضايا البيئية، ولكن هذا الوعي لم يصل إلى المستوى المأمول.

الخاتمة:

تشير النتائج إلى أن مستوى الوعي البيئي لسكان منطقة الدراسة بعد تعرضها للفيضان، هو في مستوى متدنٍ، وذلك لأن قيمة السلوك، وهي محور الوعي البيئي الأكثر سهولة في قياسه، كانت هي الأعلى بين المحاور الثلاثة، علماً أن هذا المحور هو المسؤول عن الأفعال التي تقع على البيئة، بينما كانت قيمة الاتجاهات نحو البيئة، والتي تُعدُ المسئولة عن مواقف الأشخاص تجاه البيئة كانت هي الأدنى بين المحاور الثلاثة، وهذا يشير أن عينة الدراسة لديهم بعض الوعي بالقضايا البيئية، ويتصرفون بطريقة ايجابية تحمي البيئة، ولكنهم مع ذلك لا يؤمنون حقًا بأهمية حماية البيئة، وهذا الأمر يثير القلق، حيث أن السلوك البيئي الجيد بدون الإيمان بأهمية حماية البيئة قد لا يدوم طويلاً، ويمكن أن يتغير بسرعة عند تعرض الأفراد لضغوط أو عوامل أخرى ،وهناك عدة أسباب محتملة لهذا المستوى المتدني من الوعي البيئي لدى السكان، منها: عدم وجود برامج توعوية بيئية فعالة، والتي تستهدف جميع فئات المجتمع، وتعمل على تغيير المواقف والسلوكيات البيئية السلبية، كما أن للظروف الاقتصادية التي يعيشها السكان دوراً من خلال تركزيهم الأساسي على تأمين احتياجاتهم الحياتية اليومية، مما يقلص اهتمامهم بالقضايا البيئية وما ينتج عنها من مخاطر قد توصف في كثير من الأحيان بالكارثية .

التوصيات:

لكي يتم رفع مستوى الوعي البيئي وتعزيزه لدى سكان منطقة الدراسة، لا بد من اتخاذ عدة إجراءات، منها:

1 . إجراء المزيد من الدراسات ذات العلاقة، حول موضوع الوعي البيئي، وذلك بمشاركة مختصين في مجالات مختلفة، كعلم النفس وعلوم البيئة، وعلم الاجتماع وغيرها .

2 . إطلاق برامج توعوية بيئية فعالة، تستهدف جميع فئات المجتمع، وتعمل على تغيير المواقف والسلوكيات البيئية السلبية وتعزيز القيم .

3 . تعزيز التعليم البيئي، بدايةً من رياض الأطفال، والمدارس، والجامعات، لتعريف الطلاب بأهمية البيئة وقضاياها.

4 . تشجيع وسائل الإعلام المختلفة على طرح القضايا البيئية بشكل متوازنٍ، وتسليط الضوء عليها.

المصادر والمراجع:

– بغدادي، سوزان يوسف محمد، (2013)، التحديات المعاصرة الداعية للنهوض بالوعى البيئى، دراسة تشخيصية، مجلة كلية التربية جامعة بور سيعد، العدد الرابع عشر .

– المسوري، عبد الناصر محمد، نوري الصالحين بن خيال و مرعي راف الله ابريك، (2023)، الوعي البيئي لدى أعضاء هيأة التدريس بجامعة درنة، مجلة ليبيا للدراسات الجغرافية، العدد الرابع .

– سميشي، فاتن، (2019)، دور الثقافة في تعزيز الوعي البيئي تحقيقا للتنمية المستدامة، مجلة دراسات في علوم الإنسان والمجتمع، جامعة جيجل الجزائر، العدد 02، مجلد 02 .

– النعاس، باسم، (2023)، بمصلحة التخطيط العمراني ببلدية درنة، مقابلة شخصية بتاريخ: 2023/10/26

– القحطاني، علي محمد، و أبوبكر، إسماعيل ريمي، (2020)، التصور العام والمواقف تجاه مخاطر الكوارث في مدينة ساحلية في المملكة العربية السعودية، المجلة الدولية للحد من مخاطر الكوارث .

– الفيل، خالد توفيق محمد، (2023)، مُحددات الوعي البيئي في بعض قرى محافظة البحيرة، مجلة الاقتصاد الزراعي والعلوم الاجتماعية، جامعة دمنهور، المجلد 14، العدد 10.

– موقع قناة الجزيرة الاخبارية https://www.aljazeera.net/news/2023/9/19/97

- JAl-Amin, M., & Al-Masri, M."2023" The impact of environmental awareness on environmental behavior. Journal of Environmental Awareness Studies.

- Kareem Kadhim Hammadi"2015" International Journal of Science and Research (IJSR) ISSN (Online) Index Copernicus Value

- Klöckner, C. A"2013" A comprehensive model of the psychology of environmental behaviour—a meta-analysis. Global Environmental Change, 23(5), 1028-1038.

- Anderson, J. R., & Lee, S"2009" Environmental values and attitudes: A cross-national analysis. Journal of Cross-Cultural Psychology.



Modeling and Mapping of Flood Hazard Zones
(A Case Study of the Sébaou River Valley; Tizi Ouzou; Algeria)

Leghouchi Abdelghani[1]; [2]Mohammed amin Benbouras; Djemai mohamed[3] Derdous oussama[4] ;

[1]Department of Civil Engineering, University of Seddik Ben Yahia, Jijel
[2]Department of Civil Engineering, University of Science and Technology Houari Boumediene (USTHB);
[3]Department of Civil Engineering, University of Mouloud Mammeri, Tizi Ouzou
[4]Department of Civil and Hydraulic Engineering, University of Kasdi Merbah, Ouargla
Email : ghanileghouchi@hotmail.fr

Abstract

The mapping of flood hazard zones can be carried out using hydraulic simulation models, which take into account data on weather conditions, topographical features, precipitation, and other environmental factors. The resulting maps can be used to identify at-risk areas and plan necessary evacuation measures.

This study aims to predict the flood wave that occurs after a river overflow scenario to prepare flood maps of different return periods (10 years, 20 years, 50 years, and 100 years) in the Bougdoura, Sebaou, and Sebt rivers in the city of Draa Ben Khedda in Tizi Ouzou. To this end, the HEC RAS 2D hydrodynamic model was used to simulate the scenario, which allowed for the estimation of hydraulic characteristics in the riverbanks. Through GIS analysis, the model provides a realistic view, and its display capabilities are combined with hydraulic modeling and tools to develop the flood map. The geospatial analysis performed in GIS showed that many residential areas are considered at risk in the event of a river overflow. Therefore, evacuation measures for the affected residents were suggested to moderate causality links based on the results obtained.

***Keywords*: Mapping; Flooding; HEC-RAS 2D; GIS; Evacuation.**

نمذجة ورسم خرائط مناطق مخاطر الفيضانات
دراسة حالة لوادي نهر سيباو، تيزي وزو، الجزائر

Mohammed amin Benbouras; Derdous oussama ;

Leghouchi Abdelghani; Djemai Mohamed

Email : ghanileghouchi@hotmail.fr

الملخص:

يمكن رسم خرائط المناطق المعرضة لخطر الفيضانات باستخدام نماذج المحاكاة الهيدروليكية، والتي تأخذ في الاعتبار البيانات المتعلقة بالظروف الجوية والسمات الطبوغرافية وهطول الأمطار والعوامل البيئية الأخرى. ويمكن استخدام الخرائط الناتجة لتحديد المناطق المعرضة للخطر والتخطيط لإجراءات الإخلاء اللازمة.

تهدف هذه الدراسة إلى التنبؤ بموجة الفيضان التي تحدث بعد سيناريو فيضان الوديان لإعداد خرائط الفيضان لفترات عودة مختلفة (10 سنوات، 20 سنة، 50 سنة، 100 سنة) في وادي بوجدورة، سباو، والسبت بمدينة درع بن خدة بتيزي وزو. ولتحقيق هذه الغاية، تم استخدام النموذج الهيدروديناميكي HEC RAS 2D لمحاكاة السيناريو، مما سمح بتقدير الخصائص الهيدروليكية على ضفاف الأودية. ومن خلال تحليل نظم المعلومات الجغرافية، يوفر النموذج رؤية واقعية، ويتم دمج إمكانات العرض الخاصة به مع النمذجة الهيدروليكية والأدوات اللازمة لتطوير خريطة الفيضانات.

أظهر التحليل الجغرافي المكاني الذي تم إجراؤه في نظام المعلومات الجغرافية أن العديد من المناطق السكنية تعتبر معرضة للخطر في حالة فيضان الأودية الثلاثة. ولذلك، تم اقتراح إجراءات إخلاء للسكان المتضررين لتخفيف الروابط السببية بناءً على النتائج التي تم الحصول عليها.

الكلمات المفتاحية: رسم الخرائط؛ الفيضانات HEC RAS 2D ؛ نظم المعلومات الجغرافية؛ إخلاء



1. Introduction

L'aléa risque naturel d'inondation est un phénomène imprévisible dans l'espace et le temps qui impactent les infrastructures Hydrauliques dans leur diversité. Les inondations peuvent se manifester de par le monde, en zones rurales ou urbaines. Présentement, un bon nombre d'économie à travers le monde sont affectées par des inondations (Hadeid, M. 2018). Elles peuvent se produire à tout moment de l'année et sont le plus souvent causées soit par une pluie torrentielle, une fonte rapide d'un épais manteau neigeux ou, par la rupture d'une digue de barrage. De manière générale toutes les rivières peuvent présenter un risque d'inondation à un moment ou un autre au gré de l'aléa climatique (Scarwell, H. J., et al. 2004).

Les inondations des agglomérations résultent de pluies torrentielles dont les effets sont souvent amplifiés par les facteurs naturels du relief et de la couverture du sol ainsi que d'autres facteurs liés à une urbanisation anarchique (construction en zones inondables) et non maîtrisée (manque de curage des réseaux d'assainissement) (Abdelghani, L. 2023 ;Boutkhil, Morsli. et al 2016).

L'Algérie est parmi ces pays qui sont soumis aux phénomènes de risques naturels d'inondation dont la réalisation est plus probable que les autres risques naturels (séisme, éruption volcanique,..). L'essor industriel et l'accroissement démographique conjugué avec une gestion inappropriée des plans d'occupation des sols (P.O.S) à tous les niveaux entraînent l'exposition des zones névralgiques à ce type de phénomène (Leghouchi, A., et al.2020). L'action anthropique de l'homme au niveau du réseau hydrographique (exploitation des alluvions, défrichement des parcelles mitoyennes au lit majeur du cours d'eau et endommagement des protections des berges,..) montre que la majorité de ces inondations se produit soit à la suite d'épisodes pluviométriques importants s'étalant sur des durées plus longues, quand la saturation de la nappe phréatique et l'aquifère rendent l'infiltration impossible.(Hadeid, M. 2018), soit suite à des averses de courtes durées (crues éclaires et torrentielles). Certaines inondations se produisent, par débordement des oueds, alimentés en partie par des collecteurs

d'eau pluviale ou des réseaux d'assainissement, issus le plus souvent de zones bâties du fait de l'imperméabilisation des surfaces impactées.

Une modélisation numérique a été réalisée à l'aide de HEC-RAS 2d version 5.03 sur les vastes plains de Llanos de Moxos en Amazonie bolivienne. L'objectif de cette simulation était de comparer les résultats du modèle numérique avec les images satellites de l'inondation (Moya et al 2016). Le modèle hydraulique HEC RAS 2D a donné de bons résultats par rapport aux inondations observées à partir d'images satellites. (Abdelghani, L. 2023) En outre, il a fourni des informations supplémentaires telles que la profondeur de l'eau et l'heure d'arrivée des inondations, vérifiées à l'aide des données secondaires disponibles. (Moya Quiroga et al 2016; Kumar et al 2017). L'utilisation des SIG dans l'intégration de la modélisation hydraulique dans l'étude des événements de rupture de barrage a pris de l'importance ces dernières années. De nos jours, les SIG sont largement utilisés par les administrations compétentes aux niveaux régional et municipal. En effet, les SIG fournissent une vaste gamme d'outils permettant de cartographier les résultats et d'effectuer des analyses avancées. (Seker et al. 2003; Cannata et al. 2012; Derdous et al. 2015). L'analyse des données géospatiales a permis d'exploiter les progrès récents des technologies SIG, ce qui a accru l'utilisation de modèles numériques 2D pour des prévisions plus précises de la propagation des ondes de crue (Haltas et al 2016). La combinaison d'un modèle hydraulique, utilisant le modèle de simulation d'inondation 2D HEC-RAS, et d'un outil SIG indique la capacité de simuler des inondations et de décrire spatialement le degré d'exposition ou de vulnérabilité de la région à un événement dangereux en termes d'étendue d'inondation, et de la profondeur de l'eau. Les résultats de la simulation du modèle HEC-RAS ont donné le même résultat que celui de l'enregistrement de la profondeur d'inondation observée à cet endroit. (Yerramilli 2012 ; Kumar et al 2017).

Dans ce contexte, de nombreuses régions limitrophes de l'Oued Sébaou et son affluent Bougdoura sont confrontées aux phénomènes de crues et d'inondations qui se manifestent de façon catastrophique constituant ainsi une contrainte majeure pour le développement socio-économique. Ces phénomènes sont les catastrophes naturelles les plus destructives et même les plus

fréquentes en grande Kabylie. Elles occasionnent des pertes en vie humaines et matérielles importantes, montrant le caractère exceptionnel et dangereux des crues (Leghouchi, A. et al. 2020).

La moyenne vallée de Sébaou est très sensible aux inondations dues à des précipitations intenses couplées à la fonte des neiges et à des facteurs anthropiques. Le district a connu de nombreuses inondations désastreuses. L'inondation de 1974 a été la plus catastrophique de l'histoire de Tizi Ouzou (La moyenne de Sébaou), faisant 52 morts et 4570 maisons détruites, 130 villages isolés, et plus de 18 000 sinistrés, 13 ponts détruits et des dizaines de kilomètres de routes emportées (Behlouli 2004). Pour cela, la modélisation des inondations d'une Débordement de l'oued Sébaou et son affluent Bougdoura s'étendant du pont Ait Sidi Mimoun de la route national N°74 au pont de Tademaït de la route national N°12 a été réalisée en utilisant le modèle hydraulique 2D HEC-RAS. Ce modèle a été calibré et validé pour l'événement d'inondation de 1974. De plus, la sensibilité du modèle hydraulique au MNT a également été réalisée en simulant le modèle HEC-RAS 2D calibré avec différents terrains créés à partir des, SRTM. Ensuite, le modèle de crue calibré a été simulé pour des périodes de retour de 10, 20, 50 et 100 ans.

2. Présentation de la zone d'étude

Cette étude porte sur la moyenne vallée du bassin versant du Sébaou qui traverse Draa Ben Khedda et ses environs, ainsi que sur les affluents (oued Sebt ; oued Bougdoura) qui déversent leurs eaux dans le Sébaou. La ville de Draa Ben Khedda, se situe dans la wilaya de Tizi Ouzou, Algérie (Figure 2), est située entre trois (03) cours d'eau et est traversée par l'oued Bougdoura .Elle est limitée à l'Est par l'oued Sebt et au Nord par l'oued Sébaou qui est le plus grand oued de la wilaya de Tizi-Ouzou et qui reçoit tous les écoulements du territoire de la commune ; ce qui augmente le risque d'inondation, Ceci est dû à la nature topographique de la zone qui se caractérise par un déclin des zones habitées. En particulier, la zone d'étude couvre une zone inondable d'environ 8,75 Km2 qui comprend de vastes zones agricoles et les zones urbaines avec une densité de population importante. Bien que les parties les plus sensibles aux inondations soient les plaines inondables sur les côtés du Draa Ben Khedda (cité Touares 3, cité

El Talian , cité Frère Khellil, et cité LANDC) dans l'embouchure de l'Oued Bougdoura, il est également fondamental de contrôler les inondations dans l'Oued Sébaou en raison du potentiel de pertes des biens . Dans cette ville, l'expansion ultérieure le long des plaines alluviales de l'Oued Sébaou, qui a été faite sans études détaillées sur les inondations, en fait un bon cas pour l'étude des inondations. (Leghouchi, A., et al.2020)

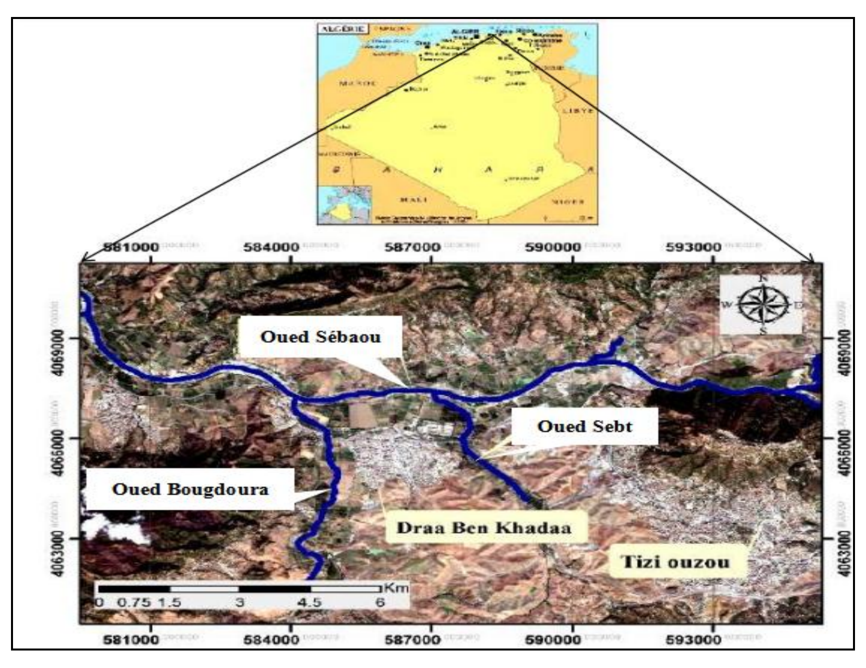


Figure 1. La situation géographique de Draa Ben Khedda

3. La méthodologie de construction d'un modèle de simulation HEC RAS 2D et SIG

Les principales étapes méthodologiques menant vers la réalisation modèle de modélisation le débordement de l'oued Sébaou et son affluent Bougdoura se résument ainsi :

- ✓ Création des MNT, lesquels sont étroitement liés aux (SIG);
- ✓ Création de modèle hydraulique (géométrie)

- ✓ Incorporation des données hydrologiques qui peuvent être ajoutées en parallèle;
- ✓ Simulation des niveaux d'inondation, qui repose sur les trois étapes précédentes;
- ✓ Cartographie des niveaux d'inondations en aval, à laquelle on ajoute des informations sur les infrastructures urbaines aux résultats des simulations.(SIG)

Le tout permet d'évaluer les secteurs touchés, et par le fait même les infrastructures affectées, dépendamment des débits et des niveaux atteints par la propagation de l'onde lors de différents période de retour d'inondation.

Dans ce schéma méthodologique global, la modélisation numérique interactive en tant qu'outil de connaissance et de cartographie des inondations comme moyen de prescription et d'information des riverains et du public est privilégiée dans le cas de débordement. Cette approche constitue également un cadre plus efficace qui intègre les dimensions économiques, sociales et écologiques de l'évaluation des options à travers les cycles de planification et de réalisation des projets. C'est la notion même de risque de débordement, qui propose cette démarche interactive et intégrée aboutissant à la production de cartes délimitant le corridor de sécurité le long de l'oued Sébaou. (Leghouchi, A., et al.2020)

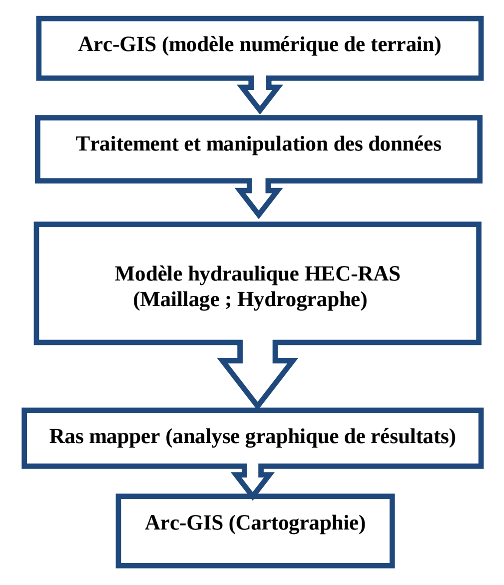


Figure 2 . La méthodologie de la création d'un modèle hydraulique à l'aide HEC-RAS 2D et SIG

3.1. Le modèle hydraulique adopté

Le traitement des données géométriques d'entrée et de sortie du modèle HEC-RAS 2D a été effectué dans l'environnement Arc-GIS. Les données d'entrée du modèle comprennent la géométrie 2D de la rivière, les berges, le modèle numérique de terrain (MNT) et les cartes d'occupation de sol, tandis que la sortie du modèle comprend les hauteurs d'eau, la propagation et la vitesse des crues. L'hydrogramme de l'événement d'inondation de Mars 1974 a été appliqué pour un coefficient rugosité de Manning «n=0,04». Par la suite, la réponse du modèle a également été évaluée par rapport aux incertitudes du modèle numérique de terrain (MNT) et à la taille de la grille (25mx25m). Enfin, il a été simulé pour des périodes de retour des crues de 10, 20, 50 et 100 ans. Des cartes des risques d'inondation pour les communautés et infrastructures vulnérables ont été préparées à l'aide d'images Google Earth ainsi que la propagation d'inondation et les hauteurs des crues pour les périodes de récurrence des crues (10, 20, 50 et 100 ans).

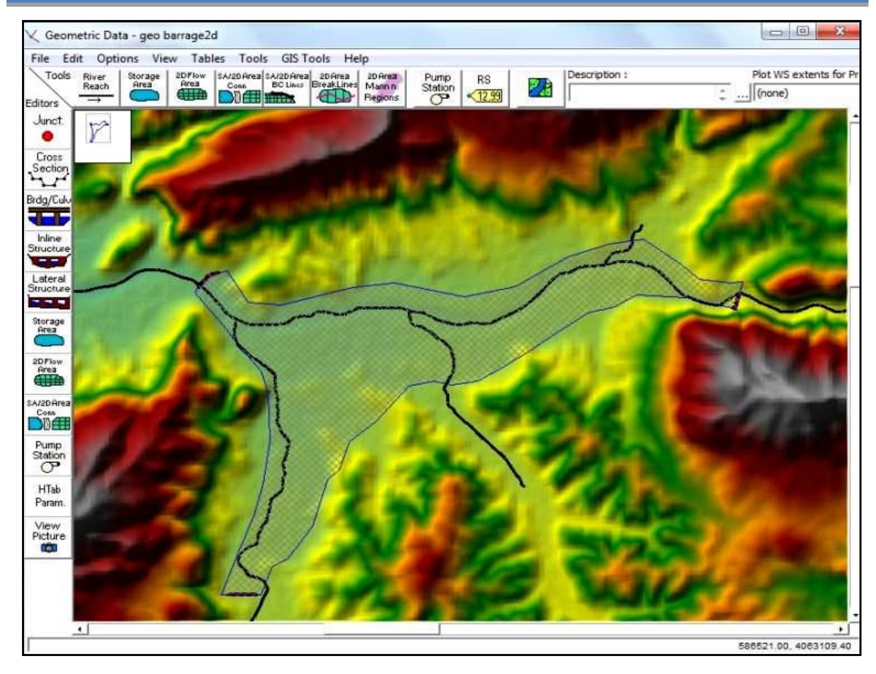


Figure 3. Géométrie et maillage du modèle adopté (25m*25m) pour le scénario de Débordement de l'oued Sébaou

3.2. Les conditions aux limites

L'hydrogramme général de la moyenne vallée du Sébaou est disponible grâce à la base des données de l'Agence Nationale des Ressources Hydrauliques (Algérie). Pour la simulation de l'écoulement instationnaire, les données de débits quotidiens pour les périodes du 28 mars 1974 au 31 mars 1974 ont été utilisées. La période de retour équivalente pour cet événement adopté sur 50ans, le débit maximum de la rivière (Q=1888 m3/s), s'est produit le 30 mars 1974. Par conséquent, il a été supposé que l'hydrogramme présumé correspondant au point où la condition limite amont est fixée suit les hydrogrammes réalisés par le (ANRH de Tizi Ouzou). La crue est supposée se produire sous la sollicitation de l'événement de crue de périodes de retour de (10, 20, 50 et 100 ans), le débit de crue est de 180 m3 /s pour 10 ans. Les débits en 20 ans 50 ans et 100 ans sont de 900 ; 1888 et 3550 m^3 /s respectivement.

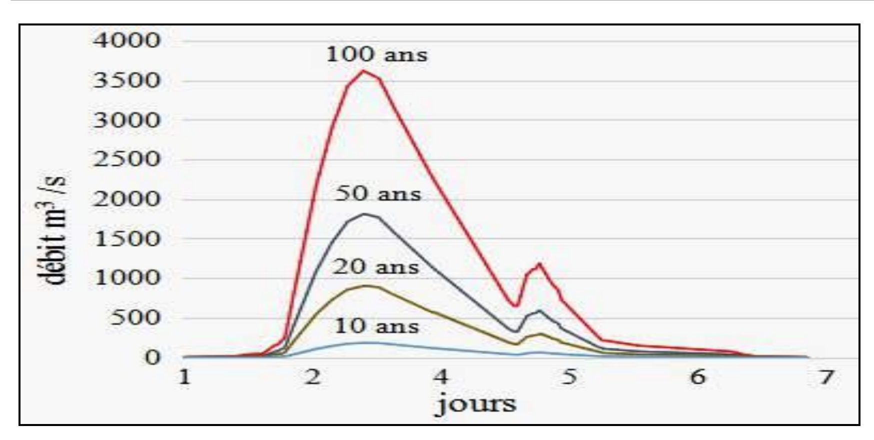


Figure 4. Hydrogramme des différentes périodes de retour (source ANRH Tizi Ouzou)

4. Résultats et discussion

Le cartes de risques est projetée sur l'image satellitaire de Google Earth comme indiqué dans (figure 6.) pour avoir une meilleure vue et compréhension de la nature de débordement de l'oued. Les carte de hauteur d'inondation a déterminé les zones inondables dans différentes régions de la commune de Draa Ben Khedda.

Grâce à cette modélisation, il est possible de déterminer le largueur et la hauteur de l'inondation autour de l'oued Sébaou et son affluent Bougdoura, qui est affectée par le scénario de débordement de les trois rivières (oued Sebt; oued Bougdoura; oued Sébaou). Les résultats de la modélisation de l'inondation de l'oued Sébaou et son affluent Bougdoura sont présentés dans les figures suivant.

Les résultats de la modélisation a 'l'aide sur le HEC-RAS 2D montrent des différences dans les hauteurs et la largeur de l'inondation de chaque période de retour.

Lorsqu'il y a un débit de pointe dans la période de retour de 10 ans, zone touchée est de 117 hectares et la hauteur d'inondation est de 0,1 à 6 mètre. La surface des zones bâties touchée est de 10.6 Hectares avec une hauteur de 0,15 à 0,3 mètre ; 62,8 hectares zone agricole avec une profondeur de 0,3 à 0.6 mètre ; et le reste superficie de lit mineur de l'oued avec une hauteur de 6 mètre.

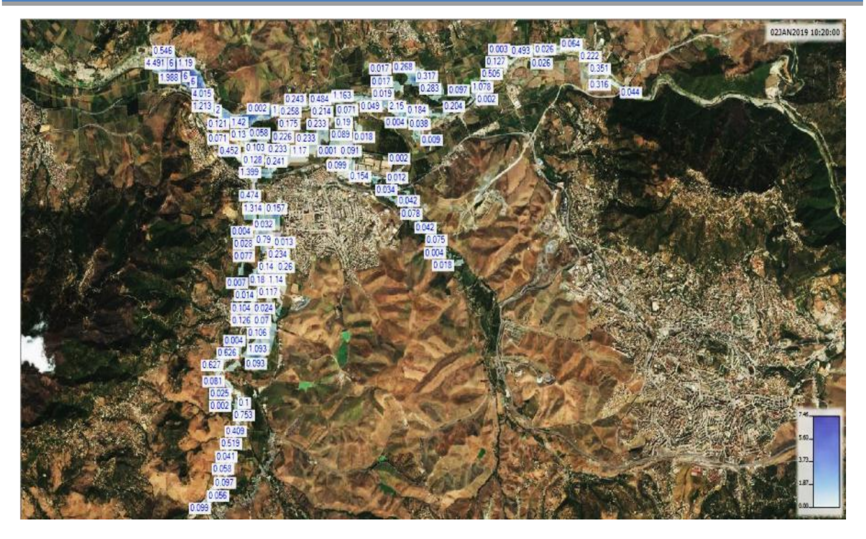


Figure 5. Les hauteurs d’eau pour une période de retour de T=10 ans

Dans le cas d'un débit de crue de la période de retour de 20 ans, la zone frappée par les inondations est de 387,17 hectares. La hauteur de l'inondation est de 0,1 à 8 mètre. Les caractéristiques de la propagation et de la hauteur de la submersion de cette période sont les suivantes : 0,1 à 0,4 mètre de hauteur sur une superficie de 19,43 hectares bâtie ; 0,4 à 1,8 mètre de hauteur sur une superficie de 75,05 hectares zone agricole ; 1,8 à 2,6 mètre de hauteur sur une superficie de 32,20 hectares de le lit major ; 1,6 à 8 mètre de hauteur sur une superficie de 17,49 hectares qui présenter le lit mineur de l’oued. La hauteur de l'inondation a été dominante pendant cette période, égale 0,2 à 0,4 mètre.

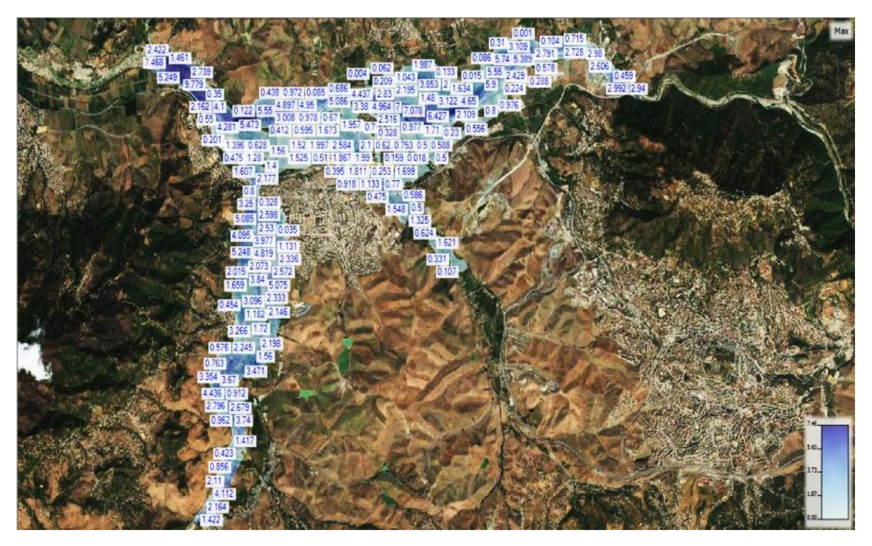


Figure 6. Les hauteurs d’eau pour une période de retour de T=25 ans

La superficie couverte au temps du déversement maximal pour la période de retour de 50 ans est de 564,23 hectares. La hauteur de submersion varie de 0,1 à 10 mètre. Les détails de la hauteur et de la largeur de la submersion pour cette période de retour, à savoir : Une profondeur de 0,1 à 0,4 mètre couvrant une superficie de 39,09 hectares zone d’habitation et industrielle ; une hauteur de 0,4 à 1,4 mètre couvrant une superficie de 60,31 hectares zone agricole ; une hauteur de 1,4 à 2,6 mètre touchant une collectivité de 33,49 hectares le plain inondable dans le lit major ; une hauteur de 2,6 à 10 mètre occupant une région de 20,95 hectares dans le lit mineur de l’oued ; une hauteur de 0,8 à 1 mètre touchant une région de 10,39 hectares. Les profondeurs de 0,4 à 1,4 mètre ont la zone la plus dominante dans cette période.

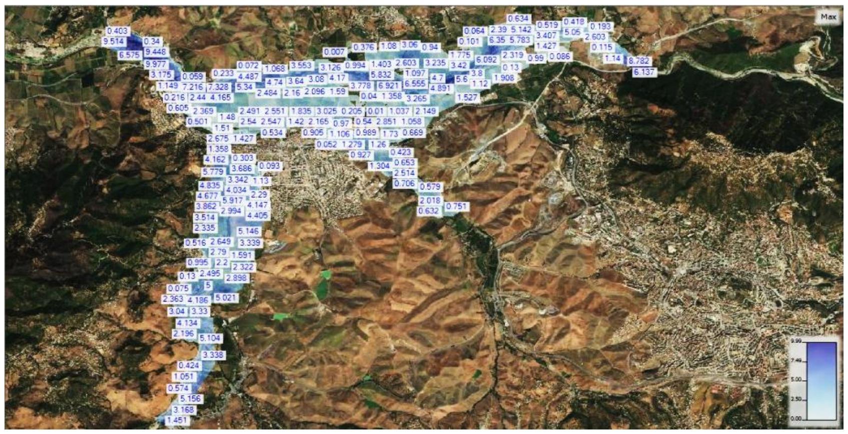


Figure 7. Les hauteurs d'eau pour une période de retour de T=50 ans

Les résultats de la modélisation de l'inondation pendant le débit de crue de la période de retour de 100 ans ont montré que la zone inondée était de 170,12 hectares. La hauteur de la submersion varie de 0,1 à 1 mètre. Les caractéristiques de la hauteur et de la largeur de l'inondation sont les suivantes : Une hauteur de 0,1 à 0,2 mètre couvrant une région de 39,56 hectares ; une hauteur de 0,2 à 0,4 mètre couvrant une région de 62,44 hectares ; une hauteur de 0,4 à 0,6 mètre couvrant une région de 34,13 hectares ; une hauteur de 0,6 à 0,8 mètre couvrant une région de 22,56 hectares ; une hauteur de 0,8 à 1 mètre couvrant une région de 11,43 hectares. La zone inondable la plus dominante dans cette période de retour est d'une hauteur de 0,2 à 0,4 mètre.

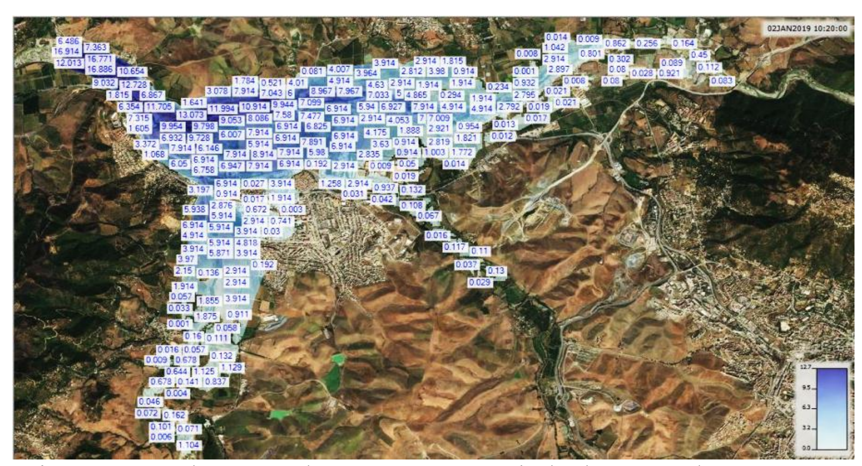


Figure 8. Les hauteurs d'eau pour une période de retour de T=100 ans

À partir de les cartes de submersion, on peut déduire que les régions de basse altitude comme la zone industrielle (Cotitex DBK), la gare ferroviaire de DBK, cité Touares 3, cité El Talian, cité Frère Khellil, et cité LANDC sont fortement inondées, même si la période de retour est relativement faible. Les résultats de l'étude prouvent qu'il est nécessaire de construire un système d'alerte fiable pour le développement de la région, et de mettre en place des mesures de protection contre les inondations dans les quartiers vulnérables

4.1. Vitesse d'écoulement

La Figure (9) représente l'irrégularité du régime de la vitesse le long du cours de l'oued pour chaque période de retour. L'effet de l'hydrogramme est un facteur plus important sur cette irrégularité, sans négliger évidemment la variabilité de la forme de la vallée de l'oued et ses singularités.

La zone inondée présente de très fortes vitesses. Les plus grandes sont atteintes à l'aval immédiat de la vallée au T= 100 ans atteignant une vitesse maximale de **200 m/min,** ensuite les vitesses ont tendance à décroître pour être relativement écrêtées en phase de décrue aux environs d'heure de la crue avoisinant une vitesse d'écoulement de **25 m/min a T=10 ans.**



Figure 9. Vitesse d'écoulement de différentes période de retour (10 ; 20 ; 50 ; 100)

L’analyse des résultats finaux des risques d’inondation au niveau de la moyenne vallée de Sébaou est présentée sous forme des différentes cartes pour chaque période de retour à l'aide de Ras mapper. Ces différents résultats ont alors été pris en compte pour l’établissement d’une méthodologie spécifique pour la cartographie de risques des inondations. On s’est intéressé aux zones à très fort risque qui sont situées dans les secteurs à altitude moyenne ou faible, avec un couvert végétal plus ou moins dense. Les zones à très forts risques s’étendent principalement dans la partie centrale du bassin versant. Ces zones présentent un danger évident lors des crues. D’après la carte des zones à risques d’inondations, on remarque que le tronçon Bougdoura est le plus exposé au risque d’inondation à cause de la topographie du lit de l’oued qui se rétrécit au niveau de cette région ce qui le rend incapable à contenir le débit d’eau. Cette zone est caractérisée par des méandres qui favorisent le débordement.

4.2. La mise en œuvre d’évacuation dans la ville de Draâ Ben Khedda

4.2.1. La mise en œuvre d’une évacuation horizontale

La mise en œuvre d’une évacuation horizontale n’est cependant possible que sous certaines conditions. Le délai entre les premiers départs et la survenue de la première onde de submersion doit être suffisant pour que tous les gens concernés puissent être évacué à temps. Dans notre cas l'évacuation horizontale est applicable dans la zone 1, qui comprend les communes de Draâ ben Khedda et la zone 2 qui s'étend de Tademaït.

Les autorités au niveau de ces communes doivent pouvoir apporter un soutien particulier aux populations les plus vulnérables qui pourraient ne pas pouvoir évacuer par leurs propres moyens (personnes hospitalisées, résidents de maisons de retraite, personnes ne disposant pas de véhicule, touristes étrangers…)

De manière générale, une attention particulière doit être portée aux habitants déjà fragilisés sur le plan économique et financier, isolés socialement, installés dans le lit majeur de l'oued Sébaou et Bougdoura (urbanisation sauvage), qui pourront rencontrer des difficultés pour assurer leur propre évacuation. Les habitants ayant eu pour consigne d’évacuer mais qui ne pourraient pas



trouver un hébergement temporaire alternatif par leurs propres moyens, auprès de leur famille par exemple, doivent pouvoir être accueillis et hébergés dans des conditions de confort et de dignité minimales dans les écoles ; les hôtels; les maisons de jeunes ; les résidences universitaire qui se trouvent au niveau des communes de la wilaya de Tizi Ouzou.

La gestion d'une évacuation horizontale massive nécessite des moyens humains, techniques et logistiques très importants pour accompagner le processus d'évacuation et plus particulièrement pour accompagner les personnes qui ne peuvent pas se déplacer (résidents à l'hôpital, détenus, personnes sans moyen de transport) et qui ne sont pas capables de reloger par leurs propres moyens. (CEPRI, 2014)

4.2.2. La mise en œuvre d'une évacuation verticale

L'évacuation verticale vers des résidences collectives situées au sein de la zone de plus proche des oueds constitue une solution intéressante pour les populations qui ne pourraient ni rester en sécurité chez elles ni évacuer de manière horizontale. Pour que les gens puissent vivre dans des conditions décentes et dignes, le nombre de personnes accueillies doit être limité et adapté aux capacités d'accueil du site et les lieux doivent être aménagés et équipés en rapport avec la durée prévisible du séjour ; Ce qui peut amener les autorités publics à prévoir plusieurs bâtiment et les Tours répartis sur la zone proche qui comprend cite ETALIAN ; cité frère khalile et COTITEX; pour éviter la saturation liée au caractère massif de l'évacuation. Plus la durée de séjour est longue et plus les besoins en termes de confort de la population seront importants.

La mise en œuvre de ce type d'évacuation nécessite une bonne préparation et une organisation minutieuse afin d'éviter autant que possible que la concentration de la population dans des sites non adaptés

4.3. Consignes à respecter par la population

- ✓ Renseignez-vous sur le risque d'inondations dans votre zone.
- ✓ Conservez propres les environs de votre maison, en éliminant les feuilles mortes, les branches et tout objet

pouvant être emporté par l'eau, afin d'éviter la formation d'embâcles.

✓ Vérifiez régulièrement l'état de la maison, spécialement les tuyaux d'écoulement, afin d'éviter ou de réduire les effets d'une inondation dans la maison.

✓ Ne stationnez pas votre voiture dans un ravin sec : une crue subite peut l'emporter.

✓ Ne campez pas près d'une rivière ou dans un ravin sec : vous risquez d'être surpris par une montée subite des eaux ou par une crue éclair.

✓ Ne construisez pas dans une zone comportant un risque d'inondation.

Préparez un 'kit' d'urgence contenant : une lampe de poche avec des piles en réserve; une corde; une boîte d'allumettes; des aliments (non périssables); une trousse de secours; la photocopie de vos papiers d'identité; un canif; un crayon et du papier; un sifflet; une radio à piles.

Il y a lieu d'éviter de :

✓ Rester à la maison.

✓ Rester dans les véhicules si la circulation est encombrée.

✓ Téléphoner (libérer les lignes pour les secours en urgence).

✓ Aller chercher les enfants à l'école pour ne pas les exposer au danger l'évacuation des écoles est une priorité.

✓ Allumer le feu

4.4. Mesures d'action pendant la crise

✓ Si la maison est inondée, coupez l'électricité et le gaz, et abandonnez les étages inférieurs.

✓ Ne quittez pas la maison à moins d'être en grand danger ou de suivre les ordres des autorités.

✓ Si nécessaire, calfeutrez l'espace existant entre les portes donnant à l'extérieur et le sol, en utilisant une serviette ou des torchons, afin d'éviter l'entrée d'eau.



- ✓ Mettez les animaux en sécurité.
- ✓ Mettez les appareils électroménagers sur les armoires ou à l'étage supérieur.
- ✓ Protégez les produits toxiques afin d'éviter qu'ils ne se répandent.
- ✓ Si la maison est inondée, réfugiez-vous dans les étages supérieurs et appelez au secours par les fenêtres.
- ✓ Évitez de prendre la voiture.
- ✓ Si vous êtes à la campagne, éloignez-vous des zones où s'écoule l'eau et dirigez-vous vers les points élevés.
- ✓ Soyez attentif aux câbles électriques tombés et aux écroulements.
- ✓ Si vous ne pouvez pas éviter de rester à l'extérieur, mettez des chaussures résistantes.
- ✓ Emportez avec vous un bâton ou un manche à balai ainsi que des vêtements bien visibles, une lampe de poche… tout ce qui peut faciliter votre repérage.

Le retour de la population dans la zone touchée ne sera autorisé qu'après la fin de l'état d'alerte générale ou de l'état de pré alerte

5. Conclusion

Dans ce travail la modélisation numérique bidimensionnelle à l'aide du modèle HEC-RAS 2D et l'utilitaire de SIG, a été présentée, d'une part pour déterminer les paramètres hydrauliques de l'onde de débordement de l'oued Sébaou et ses affluents et d'exporter les résultats hydrauliques vers un système d'information géographique. Cette plate-forme a permis de produire de précieuses cartes illustrant l'étendue de la zone d'inondation et les hauteurs d'eau et la vitesse de la vague déferlante aux endroits vulnérables en vallée moyenne de Sébaou.

Le modèle hydraulique de débordement de l'Oued Sébaou et son affluent l'oued Bougdoura-fournit une évaluation des limites des zones menacées lors des crues dans les différents secteurs analysés et des exemples concrets pour la Commune de Draa Ben Khedda.

Les cartes réalisées permettent d’identifier avec précision les zones touchées en fonction de différentes périodes de retour. Il devient ainsi possible de cibler les résidences et bâtiments publics à évacuer, et donc d’agir efficacement en identifiant les zones d’évacuation prioritaires. De plus, les communes doivent identifier leurs zones inondables, Les données d’élévation utilisées dans la modélisation des niveaux d’inondation sur le débordement de l’Oued Sébaou et son affluent l’oued Bougdoura pourraient également être utilisées pour délimiter les zones inondables.

L'exploitation des résultats a permis l'élaboration et l’organisation d’un plan d’évacuation préventive de la population. Le modelé HEC RAS 2D et le SIG sont bien adaptés pour aider à la réalisation d'analyses de l’inondation. L'analyse des risques associés à un débordement aidera à développer notre plan d’évacuation pour la sécurité des populations riveraines qui dépendent de la qualité de l'information qu'elles reçoivent.

D’autres efforts peuvent être réalisés afin d’augmenter la précision des résultats, en disposant d’un modèle numérique de terrain (MNT) de meilleure qualité.



Références bibliographique

1. Abdelghani, L. (2023). Modeling of dam-break flood wave propagation using HEC-RAS 2D and GIS: case study of Taksebt dam in Algeria. *World Journal of Engineering*.
2. Abednego, B., Caloz, R., & Collet, C. (1990). L'utilisation des SIG dans la modélisation en hydrologie de surface. Geographica helvetica, 45(4), 161-167.
3. Alcrudo, F., & Mulet, J. Description of the Tous Dam break case study (Spain). Journal of Hydraulic Research, (2007) 45(sup1), 45 57.https://doi.org/10.1080/00221686.2007.9521832
4. ÁLVAREZ, Manuel, PUERTAS, Jerónimo, PEÑA, Enrique, et al. Two-dimensional dam-break flood analysis in data-scarce regions: The case study of Chipembe dam, Mozambique. Water (2017) vol. 9, no 6, p. 432.
5. ANRH (agence nationale des ressources hydriques), (2010). Données pluviométriques, pluviographiques et climatologiques, direction régionale du Blida. Algérie.
6. Ballah Abderrahmane., 2014. Etude de l'écoulement liquide et solide dans le bassin versant de 'Oued Sébaou (Wilaya de Tizi-Ouzou). Thèse Magister en Hydraulique Agricole. Université Hassiba Ben Bouali Chlef. P54
7. Bekhira, A., Habi, M., & Morsli, B. (2018). Hydrological modeling of floods in the Wadi Bechar watershed and evaluation of the climate impact in arid zones (southwest of Algeria). Applied Water Science, 8(6), 1-8.
8. Bertoni, J.C. (2006). Inondations urbaines en Amérique Latine : réflexions sur le rôle des facteurs de risque. Frontiers in flood research, 305, 1-19.
9. Bouchehed, Hamza, Mihoubi, Mustapha K., Derdous, Oussama, et al. Evaluation of potential dam break flood risks of the cascade dams Mexa and Bougous (El Taref, Algeria). Journal
10. Brunner, G. (2010). HEC-RAS River Analysis System. Hydraulic Reference Manual. Version 5.0. Hydrologic Engineering Center Davis CA.
11. CALOZ, R., ABEDNEGO, B., MEYLAN, P., et al. Description of a methodology for biomass change mapping with the use of Landsat TM

data. In : International geoscience and remote sensing symposium. 1986. p. 1471-1476.
12.CEPRI, 2014, L'évacuation massive des populations : Les territoires face à l'inondation. Centre Européen de Prévention du Risque d'Inondation, 100 p., https://www.cepri.net/actualites/items/Nouveau_guide_Évacuation_massive_des_populations.html
13.Derdous O., Djemili L., Bouchehed H., Tachi S.E. A. GIS based approach for the prediction of the dam break flood hazard – A case study of Zardezas reservoir "Skikda, Algeria". Journal of Water and Land Development (2015) No.27,p.15.20. https://doi.org/10.1515/jwld-2015-0020
14.Desbordes, M. (1989). Principales causes d'aggravation des dommages dus aux inondations par ruissellement superficiel en milieu urbanisé. Bulletin hydrologie urbaine, SHF, 2-10.
15.Desrochers, N. (2017). Calage d'un modèle hydraulique 1D d'un segment de la rivière Athabasca, Alberta, Canada, à l'aide d'images satellitaires Radarsat-2 haute résolution (Doctoral dissertation, Université de Sherbrooke).
16.Fletcher, T. D., Andrieu, H., & Hamel, P. Understanding, management and modelling of urban hydrology and its consequences for receiving waters: A state of the art. Advances in water resources, (2013) 51, 261-279.
17.FUJIKI, Kenji et LALEAU, Mélanie. Une approche géographique pour spatialiser les besoins en hébergements d'urgence en situation de crise: une étude appliquée au cas d'une évacuation massive provoquée par une crue majeure de la seine en région francilienne. La Houille Blanche, 2019, no 3-4, p. 75-83.
18.Garg, P. K. (2015). The role of satellite derived data for flood inundation mapping using gis. The International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 40(3), 235.
19.Gary W. Brunner, CEIWR-HEC, US Army Corps of Engineers(USACE), HEC-RAS River Analysis System, 2D Modeling User's Manual, Version 5.0, (2015).
20.Gee, D. M. Comparison of dam breach parameter estimators. In World Environmental and Water Resources Congress (2009) Great Rivers (pp. 1-10).



21.González B, R. Effect of the sub-grid geometry on two-dimensional river flow models.. Thèse de baccalauréat. Universitat Politècnica de Catalunya (2017).

22.Haltas, I., Elçi, S., & Tayfur, G. Numerical simulation of flood wave propagation in two-dimensions in densely populated urban areas due to dam break. Water Resources Management (2016) 30(15), 5699-5721.

23.Houet, T. (2006). Occupation des sols et gestion de l'eau: modélisation prospective en paysage agricole fragmenté (Application au SAGE du Blavet) (Doctoral dissertation).

24.Khan, S.I, Hong, Y., Wang, J., Yilmaz, K., Gourley, J.J, Adler, R.F. et Irwin, D. (2011). Télédétection par satellite et modélisation hydrologique de la cartographie des inondations dans le bassin du lac Victoria : implications pour la prévision hydrologique dans les bassins non jaugés. Transactions IEEE sur les géosciences et la télédétection, 49 (1), 85-95.

25.Leghouchi, A., Djemai, M., Derdous, O., & Tarhouni, J. (2020). Flood risk mapping based on hydraulic model 2D and GIS, Case study in Draa Ben Khada, Tizi ouzou, Algeria. Revista Romana de Inginerie Civila, 11(2), 265-277.

26.Linh, N. T. M., Tri, D. Q., Thai, T. H., & Don, N. C. (2018). Application of a two-dimensional model for flooding and floodplain simulation: Case study in Tra Khuc-Song Ve river in Viet Nam. Lowland Technology International, 20(3, Dec), 367-378.

27.MAREF, N. (2019). Démarche méthodologique d'adaptation d'un système de prévision aux risques d'inondation en Algérie, cas du bassin versant de l'Oued Mekerra (NW Algérien) (Doctoral dissertation).

28.NADJLA BENTEKHICI, (2006) Utilisation d'un SIG pour l'évaluation des caractéristiques physiques d'un bassin versant et leurs influences sur l'écoulement des eaux (bassin versant d'Oued

29.Néelz, S., & Pender, G. Delivering benefits thorough evidences: Benchmarking the Latest Generation of 2D Hydraulic Modelling Packages. Report (2013) SC120002.

30.NOURI, Myriem, OZER, André, et OZER, Pierre. Etude préliminaire sur le risque d'inondation en milieu urbain (Algérie). Geo-Eco-Trop: Revue Internationale de Géologie, de Géographie et d'Écologie Tropicales, 2016, vol. 40, no 3, p. 201-208.

31.Paprotny, D., Sebastian, A., Morales-Nápoles, O. et Jonkman, S.N. (2018). Tendances des pertes dues aux inondations en Europe au cours des 150 dernières années. Nature communications, 9 (1), 1985.
32.Petaccia, G., Natale, L., Savi, F., Velickovic, M., Zech, Y., & Soares-Frazão, S. (2013). Flood wave propagation in steep mountain rivers. Journal of Hydroinformatics, 15(1), 120-137.
33.Quirogaa, V. Moya, Kurea, S., Udoa, K., et al. Application of 2D numerical simulation for the analysis of the February 2014 Bolivian Amazonia flood: Application of the new HEC-RAS version 5. Ribagua (2016) vol. 3, no 1, p. 25-33. https://doi.org/10.1016/j.riba.2015.12.001
34.Rizzoli, J. L. (1988). Les barrages réservoirs du bassin de la Seine. T.P.E. N° 90, 20 - 22.
35.SALOMON JEAN-NOËL (1997), L'homme face aux crues et aux inondations, Presses Universitaire de Bordeaux, Université Michel de Montaigne - Bordeaux.
36.Saxena, Koushal Raj et Sharma, V. M. Dams: Incidents and accidents. CRC Press (2004).
37.Scarwell, H. J., & Laganier, R. (2004). Risque d'inondation et aménagement durable des territoires (Vol. 916). Presses Univ. Septentrion.
38.Seker, D. Z., Kabdasli, S., Et Rudvan, B. Risk assessment of a dam-break using GIS technology. Water Science and Technology (2003) vol. 48, no 10, p. 89-95.
39.TANCHEV, Ljubomir. Dams and appurtenant hydraulic structures. CRC Press, 2014.
40.USACE. HEC-RAS River Analysis System Hydraulic Reference Manual. Version 5.0,(2016).
41.Viseu, T. Dams and safety of downstream valleys. Development of risk management support methodologies (Doctoral dissertation, PhD Thesis. Technical University of Lisbon, 2006 (in Portuguese).
42.Wahl, T. L. Dam breach modeling–an overview of analysis methods. In Joint federal interagency conference on sedimentation and hydrologic modeling (Vol. 27) (2010).
43.Werner, M., (2004). Spatial flood extent modeling: a performance-based comparison. (Thèse de doctorat) Accessible par Pro Quest Dissertations & Theses.
44.Yakti, B. P., Adityawan, M. B., Farid, M., Suryadi, Y., Nugroho, J., &Hadihardaja, I. K. 2D Modeling of Flood Propagation due to the

Failure of Way Ela Natural Dam.In MATEC Web of Conferences (Vol. 147, p. 03009).EDP Sciences (2018) https://doi.org/10.1051/matecconf/201814703009

45.benefits of a flood detention dam. Canadian Journal of Civil Engineering, 35(10), 1177-1182.

46.Yerramilli, S. A hybrid approach of integrating HEC-RAS and GIS towards the identification and assessment of flood risk vulnerability in the city of Jackson, MS. American Journal of Geographic Information System, 1(1)(2012) 7-16 https://doi 10.5923/j.ajgis.20120101.02

توصيات

۞المؤتمر العلمي الأول حول أساليب الوقاية والمواجهة لأخطار السيول في المناطق الجافة وشبه الجافة۞

انطلاقاً من دور الجامعات كهيئات استشارية وبيوت خبرة للمجتمع في المجال العلمي والاكاديمي، وحرصاً منها على دراسة المشكلات الطبيعية التي تعاني منها مجتمعاتنا العربية الواقعة في المناطق الجافة وشبه الجافة، حيث تتعرض على مدى فترات زمنية للفيضانات السيلية التي تؤدي إلى تدمير المباني والمنشآت وزهق الأرواح وتخريب لكافة مظاهر الحياة، الأمر الذي يمثل عائقاً أمام التنمية في هذه المناطق، تبنت جامعة بنغازي عقد المؤتمر العلمي الأول حول أساليب الوقاية والمواجهة لأخطار السيول في المناطق الجافة وشبه الجافة خلال الفترة من 20-22 فبراير 2024م بمدينة بنغازي تحت شعار (الفيضانات السيلية تجسد تلاحم ووحدة الليبيين في مواجهة الكوارث) بتنظيم واشراف من قسم الجغرافيا بكلية الآداب والعلوم الأبيار بجامعة بنغازي بمشاركة العديد من الباحثين في مجال الجغرافيا والموارد المائية والهيدرولوجيا والهندسة المدنية والتقنية والصحية والنبات والارصاد الجوية والجيولوجيا وتخطيط المدن وعلوم البيئة والزراعة والصحة العامة والعلوم الاجتماعية من سبع دول عربية هي ليبيا ومصر وسوريا وتونس والجزائر والمغرب وفلسطين، وقد بلغ عدد المشاركات 56 مشاركة علمية، منها 37 مشاركة محلية و19 مشاركة عربية، توزعت بين الورقات العلمية والمحاضرات والعروض العلمية، وقد أقام المؤتمر ندوة خاصة حول عاصفة دانيال التي ضربت منطقة الجبل الأخضر ومدينة درنة، وقد تدارس المجتمعون مشكلة السيول والفيضانات، والآثار التي خلفتها في تلك المناطق خلال شهر سبتمبر 2023م، فضلاً عن السيول التي اجتاحت مدينة غات بالجنوب الليبي عام 2019م وحالات مماثلة في العديد من الدول العربية، بالإضافة إلى الكوارث المناخية العنيفة والأمطار الغزيرة المصاحبة للمنخفضات الجوية في حوض المتوسط، والتغيرات المناخية التي تتأثر بها عدد من الدول العربية، وقد توصل المجتمعون الى التوصيات الآتية :

1. إنشاء هيئة وطنية تعد كبرنامج وطني متكامل مهمته الأساسية الحفاظ على مورد التربة، يعمل على استحداث محطات قياس للأمطار والتدفق السطحي ومعالجة أخاديد التعرية.
2. منع البناء في السهول والمراوح الفيضية للأودية وتجنب كل ما يعيق مجاري الوديان من مخلفات النفايات الصلبة وغيرها، وضرورة الاستعداد المبكر لمواسم الأمطار وفتح المصارف. وسن التشريعات القانونية بالخصوص.
3. التعامل مع الفيضانات كعائقً يجب الا يغفله التخطيط الإقليمي ويجب على المجتمع أن يتعلم كيفية التعامل مع ظاهرة الفيضانات بشكل يوفق بين التنمية الاقتصادية وحماية البيئة الطبيعية.
4. إعادة تشغيل وصيانة محطات الأرصاد الجوية لإقليم الجبل الأخضر لقياس هطول الأمطار بدقة شديدة؛ لإنشاء قاعدة بيانات مطرية تفصيلية يمكن الاستفادة منها في المجالات المختلفة.
5. إنشاء محطات مناخية وتحسين نظام الإنذار المبكر وتطوير خطط الاستجابة السريعة في المناطق المهددة بأخطار السيول
6. تهيئة الظروف لزراعة أراضي سهول جنوب الجبل الأخضر بمحاصيل حبوب علفية تساعد المجتمع المحلي في تنمية الاقتصاد الزراعي والحيواني.
7. اختيار أنسب المواقع لإنشاء السدود في أحواض الأودية وفقا لمعايير عالمية باستخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية.
8. إقامة السدود التعويقية للحد من سرعة الجريان السطحي في الاودية، والاستفادة منها في ري الأراضي الزراعية.
9. زيادة الوعي العام بمخاطر الفيضانات والتركيز على أهمية تدابير التأهب والاستجابة من خلال مبادرات المشاركة المجتمعية، والحملات التثقيفية، ونشر المعلومات عن مناطق مخاطر الفيضانات، وطرق الإجلاء، وإجراءات الطوارئ.
10. تعزيز التعليم البيئي، بدايةً من رياض الأطفال، والمدارس، والجامعات ونشر ثقافة المخاطر الهيدرولوجية لتعريف الطلاب بأهمية البيئة وقضاياها.
11. دعم الدراسات الميدانية البحثية في مجال حصاد مياه الامطار في البيئات الجافة وشبه الجافة في جنوب الجبل الأخضر، وذلك لما لها من اهمية استراتيجية للاقتصاد المحلي.
12. إجراء البحوث والدراسات في مجال الأزمات والكوارث الطبيعية وكيفية التعامل معها وإيجاد الحلول المناسبة للمشاكل التي تواجه الأفراد المتعرضين لها.

13. بناء فتحات عبور (عبارات) واسعة تحت الطرق التي تتقاطع مع مجاري الأودية، تسمح بأعلى تصريف للمياه دون تدمير الطرق. وفي حالات أخرى يمكن بناء الطريق بتدعيم خرساني مسلح يسمح بمرور الماء من فوقه ويتحمل ذلك دون حدوث ضرر للطريق.
14. العمل على الحفاظ وحماية الموروث الطبيعي والثقافي من الأثار المدمرة للسيول.
15. الاهتمام بالأوضاع الاجتماعية والاقتصادية التي يعيشها النازح في حالات الكوارث مثل السيول وغيرها لضمان عملية الاستقرار والتي في غيابها تنشى العديد من الظواهر والمشكلات النفسية والاجتماعية.
16. انشاء وصيانة مختبرات التحليل الجرثومي والكيميائي للمياه بالمدن المتضررة وتزويدها بالأجهزة والمعدات الحديثة المتطورة.
17. ندعو الجهات ذات الاختصاص إلى إعداد وتأهيل فرق انقاذ متخصصة إسوة بباقي الدول، ودعم الحكومة للجهات المخولة بمواجهة الكوارث والأزمات بكافة الإمكانيات الفنية واللوجستية، وذلك للرفع من كفاءتها للحصول على الخبرة الكافية لمواجهة التحديات المنتظرة.
18. دعم وتطوير منصات البيانات المكانية المفتوحة واعتبارها طبقة من طبقات البنية التحتية للبيانات الوطنية المستخدمة في دعم إدارة الازمات والكوارث الطبيعية.

الملاحق

عناوين الأبحاث العلمية المشاركة في المؤتمر

ت	عنوان المشاركة
1	**خبرات أكساد في إدارة مياه السيول ومجالات الموارد المائية الأخرى** د. إيهاب كاسر جناد
2	**أمطار الزخّات: أي مخاطر بيئية وفلاحية؟** أ.د جميّل الحجري
3	**دراسة تحليلية لنشوء وتطور الميديكان(Medicane) فوق منطقة البحر المتوسط : دراسة حالة (Daniel Medicane) الذي امتد فوق ليبيا في 10سبتمبر2023** د. كنانة كاسر حليمي
4	**التحليل السينوبتكي لنشأة وتطور العاصفة المتوسطية (دانيال)** أ.د أنور فتح الله إسماعيل
5	**اثر عاصفة دانيال على تسارع معدلات تعرية التربة وانجرافها في الجزء الأعلى من حوض وادى الخروبة: دراسة في كيفية تأثير "التغيرات المناخية"على الموارد الطبيعية.** أ.د هويدى عبدالسلام الريشى- أ.عبدالعزيز خالد لصغير- أ .هند عمر المصرى
6	**أخطار الجريان السيلي في بعض الروافد الشمالية لمنخفض وادي الشاطئ** د. شوقي شحدة أحمد ناصر
7	**تقدير الهطول الأعظم الممكن لفترة 24 ساعة فوق جنوب سوريا** أ .د محمد منصور الشبلاق– م. هيا اليوسف المرزوقي
8	**دور نظام الإنذار المبكر في الحد من مخاطر الطقس** أ.عاشور صالح ساسي
9	**إشكالية الإمتطاحات السيلية بالأحواض الجبلية المغربية : التحديد والإستخلاص والتصنيف نموذج حوض شبوكة (حوض أم الربيع- المغرب)** د.لحلو نادية
10	**تقدير عمق وحجم الجريان السطحي جراء عاصفة دانيال بحوض وادي الناقة غرب مدينة** أ.عائشة عبدالمنصف الخجخاج
11	**الفيضانات في المناطق الجافة وشبه الجافة في ظل التغير المناخي الخطير** أ.سومية حبيب
12	**متابعة جريان مياه السيول الخريفية في أودية أحواض السفح الجنوبي للجبل الأخضر** **أ.د محمد غازي الحنفي- د.محمود الصديق التواتي -د. عوض عبد الواحد عوض** د. مفتاح موسى سعد بو خشيم
13	**فيضانات الأودية بالجبل الأخضر أسبابها ومخاطرها وكيفية الحد منها (منطقتا البياضة وتاكنس نموذجا ً)** أ.د. الصيد صالح الصادق الجيلاني- أ.سعد لشهب - أ. فدوى محمود علي الزردومي
14	**تحديد وتقييم المناطق المعرضة لخطر الفيضانات بحوض وادي المجينين بشمالي غرب ليبيا** د. عبد العاطي احمد محمد الحداد - د. ريم محمود علي الزردومي
15	**الخصائص المورفومترية والهيدرولوجية لحوض وادي اللولب بإقليم الجبل الأخضر** د.عادل رمضان علي سعد
16	**حوض وادي الصمعة دراسة جيومورفولوجية لأثر السيول قبل وبعد عاصفة دانيال** د. احمد إبراهيم بوبكر السعيطي
17	**البحيرات المؤقتة في جنوب الجبل الاخضر عقب فيضان سبتمبر 2023 (دراسة ميدانية تطبيقية)** د.محمود الصديق التواتي
18	**البحيرات والبرك المائية الناتجة عن الجريان السطحي في أودية منطقة غات** أ.د محمد عبدالله لامه – م. سالم أحمد التهامي- أ.عبدالعزيز محمد الحسناوي
19	**سيول منطقة غات 2019 قراءة في الأسباب والنتائج والحلول** د.شوقي أحمد ناصر

ت	عنوان المشاركة
20	**Modeling and Mapping of Flood Hazard Zones A Case Study of the Sébaou River Valley;(Tizi Ouzou; Algeria)** Leghouchi Abdelghani- Mohammed amin Benbouras- Djemai mohamed Derdous oussama
21	**Local Prevention Measures in Biskra: Exploring Specific Strategies** Adopted to Mitigate the Risks of Flash Floods and Flooding. BENKACI Lydia - BELHOCINE Ouahiba,
22	**Flood-resistant construction strategies in an arid environment: the case of the city of Ghardaia in Algeria.** BELHOCINE Ouahiba - BENKACI Lydia
23	**تقييم تصميم مفيضات السدود لمواجهة التغيرات المناخية** د.سماح حافظ محمد
24	**الأنواع النباتية في وادي درنة ذات الأهمية في حماية التربة من الانجراف** أ.فاطمة بدر ابواعزيزة
25	**تخفيف آثر كوارث السيول والفيضانات، وطرق الوقاية منها لبعض مناطق الجبل الأخضر** أ.د. يعقوب محمد البرعصي- أ.ربح عثمان رحيل - أ.سعد لشهب
26	**أثر السيول على الغطاء النباتي في أودية المراعي الطبيعية بجنوب الجبل الاخضر** د.حبيب عوض حبيب- د.إبراهيم مساعد بوتراب- د.منعم وافي براني
27	**أثر الفيضانات والسيول على التجمع السكني بقرية الوردية بالجبل الأخضر دراسة حالة** د. فتحية مفتاح العمامي- د. إلهام حسين الكوافي- أ. سبب عبدالكريم محمد الطيرة
28	**سبل وكيفية استغلال مياه السيول المحتجزة في السدود المائية « سد وادي المجينين جنوب طرابلس انموذجا» دراسة في الجغرافية الاقتصادية»** د.هناء عمر محمد كازوز
29	**تأثير السيول على التنمية الزراعية في بعض مناطق إقليم الجبل الأخضر** د. منـى داوود العقوري- أ. كريمة أحمد الهادي الجهيمي- أ. سعد رجب حمدو لشهب أ. وليد سالم بوميمونه
30	**السيول والفيضانات والحد من اخطارها : حالة دراسة فيضان نهر القاش في مدينة كسلا شرق السودان** أ.د. م منير الأطرش– أ.د .م عصام محمد عبد الماجد– م. عباس بشير عباس
31	**آثار كارثة السيول على مدينة سوسة في الجزء الشمالي من الجبل الأخضر** د.حورية عطية حمد الوزري
32	**تجارب بعض الدول في تسخير التقنيات الحديثة للحد من خطر السيول والفيضانات** د. ناجية إبراهيم الغراري
33	**دراسة سبل الحد من آثار السيول والجريان السطحي وانجراف التربة في المناطق الجافة وشبه الجافة** أ.د. م الهام منير بدور – أ. د. م عصام محمد عبدالماجد – م.عباس بشير عباس
34	**التأثير الهيدرولوجي لجريان مياه السيول الصيفية فوق السفح الجنوبي للجبل الأخضر** أ.د محمد غازي الحنفي- د.عوض جبريل غيث
35	**استخدام نبات القصب في الحد من الجريان السطحي وانجراف التربة ومعالجة مياه الصرف** أ.د ناهد فرهود
36	**دور التقنيات الحديثة في التحليل المكاني لمواقع خطر الجريان السيلي – دراسة حالة منطقة الأبيار** أ.انتصار رحومة الرياني
37	**دور نظم المعلومات الجغرافية في مجابهة خطر الفيضانات – مدينة صفاقس مثالاً** أ.ايناس رضوا نعيمي

ت	عنوان المشاركة
38	**خطر الفيضانات والعدالة البيئية حالة المدن التونسية** د علي بن محمد بنصر
39	**إدارة الأزمات والكوارث الطبيعية في المناطق الجافة وشبه الجافة** أ.د.م عصام محمد عبد الماجد- أ.د. م هشام محمد عبد الماجد أ.د .م الهام منير بدور- م.عباس بشير عباس
40	**دور المرصد الليبي للتخطيط وإدارة الأزمات والكوارث في رصد وإدارة الكوارث الطبيعية في المناطق الجافة وشبه الجافة** د.على فرج الجازوي
41	**تجنب اخطار السيول بوادي درنة بشرق ليبيا** أ.د يحيى لطفي إسماعيل
42	**كارثة فيضانات درنة 10-11 سبتمبر 2023 بمنطقة الجبل الأخضر بالشرق الليبي – دراسة في العوامل الطبيعية والبشرية** د. عامر بن البشير بحبة
43	**تقييم آثار كارثة الفيضان السيلي على مدينة درنة بسبب عاصفة دانيال - بين الأهمال والتحذيرات والتوصيات السابقة** د .عبد الونيس عبدالعزيز رمضان
44	**The Dynamics of vegetation in response to valley torrents flash floods in Derna valley** د .عصام الميهوب - د .مسعود زعطوط
45	**محاكاة هيدرولوجية لانهيار سد وادي درنة** د .عبد الوهاب محمد بوبطينة
46	**النزوح وانعكاساته على العلاقات الأسرية : دراسة ميدانية لنازحي فيضان درنة** د .أشرف سليمان أبوبكر
47	**الآثار الاجتماعية الاقتصادية الناجمة عن فيضان مدينة درنة – دراسة ميدانية للأسر النازحة من مدينة درنة .** د .عبد الفتاح عبدالرحيم المسماري
48	**تقييم الوضع الصحي والوبائي في مدينة درنة جراء السيول والفيضانات في الفترة من 19-30 سبتمبر 2023** د .رندة العمروني
49	**المسؤولية المدنية عن الأضرار الناتجة عن السيول والفيضانات (درنة أنموذجاً)** أ.إسراء أبوبكر ضوء
50	**الآثار البيئية للفيضان السيلي المدمر لوادي درنة** د. مسعود مصطفى زعطوط – د. عصام سالم الحاسي - د . أجويدة ابوبكر بوبيضة
51	**الوعي البيئي لدى سكان مدينة درنة بعد تعرضها للفيضان** د .عبدالناصر محمد الميسوري- د .عصام سالم الميهوب

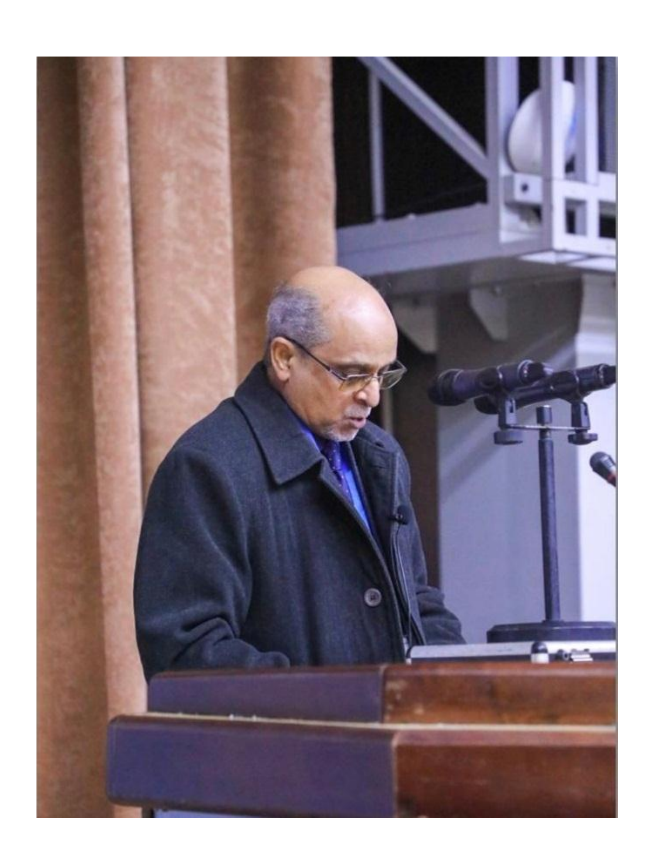
صور من فاعليات المؤتمر













جامعة بنغازي - كلية الآداب والعلوم الأبيار
المؤتمر العلمي الأول حول أساليب الوقاية والمواجهة


جامعة بنغازي
1955

































الحدث



تقارير
المؤتمر العلمي الأول حول أساليب الوقاية والمواجهة لأخطار السيول
@LIBYAALHADATHTV



تقارير
المؤتمر العلمي الأول حول أساليب الوقاية والمواجهة لأخطار السيول
LIBYAALHADATHTV



تمر العلمي الأول حول أساليب الوقاية والمواجهة لأخطار السيول في المناطق الجافة وشبه الجافة
First scientific conference on methods of protection and control to the dangers of Torrents in arid and semi -
إشراف قسم الجغرافيا بكلية الآداب والعلوم الابيار - جامعة بنغازي
ندوة حول











في هذا الكتاب

يتضمن هذا الكتاب عد من البحوث العلمية التي قُدمت في المؤتمر العلمي الأول حول أساليب الوقاية والمواجهة لأخطار السيول في المناطق الجافة وشبه الجافة، والذي نظمته جامعة بنغازي تحت اشراف قسم الجغرافيا بكلية الآداب والعلوم الأبيار خلال الفترة من 20- 22 فبراير 2024م، بمشاركة عدد من الباحثين من مختلف الجامعات والمراكز والأكاديميات في ليبيا، فضلاً عن مشاركات من جامعات عربية من تونس والجزائر والمغرب وسوريا وفلسطين ومصر والسودان، وقد دارت اعمال المؤتمر حول خمسة محاور، تناول المحور الأول طبيعة الجريان السطحي في المناطق الجافة وشبه الجافة والعوامل المؤثرة فيه، أما المحور الثاني فقد خصص لدراسة خصائص السيول والمشكلات المرتبطة بها في ذات المناطق، في حين اهتم المحور الثالث بالأخطار والكوارث المرتبطة بالجريان السيلي بها، أما المحور الرابع فقد اختص بالسياسات والاعمال الوطنية في مجال الوقاية والمواجهة من اخطار السيول، في حين اختص المحور الخامس بدراسة كوارث السيول ودعائم التنمية المستدامة وتطوير المجتمعات في المناطق الجافة وشبه الجافة .

منشورات
مركز البحوث والاستشارات جامعة بنغازي
الطبعة الأولى 2024